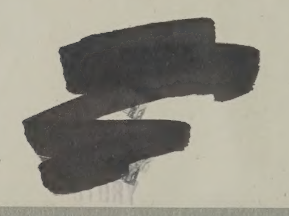
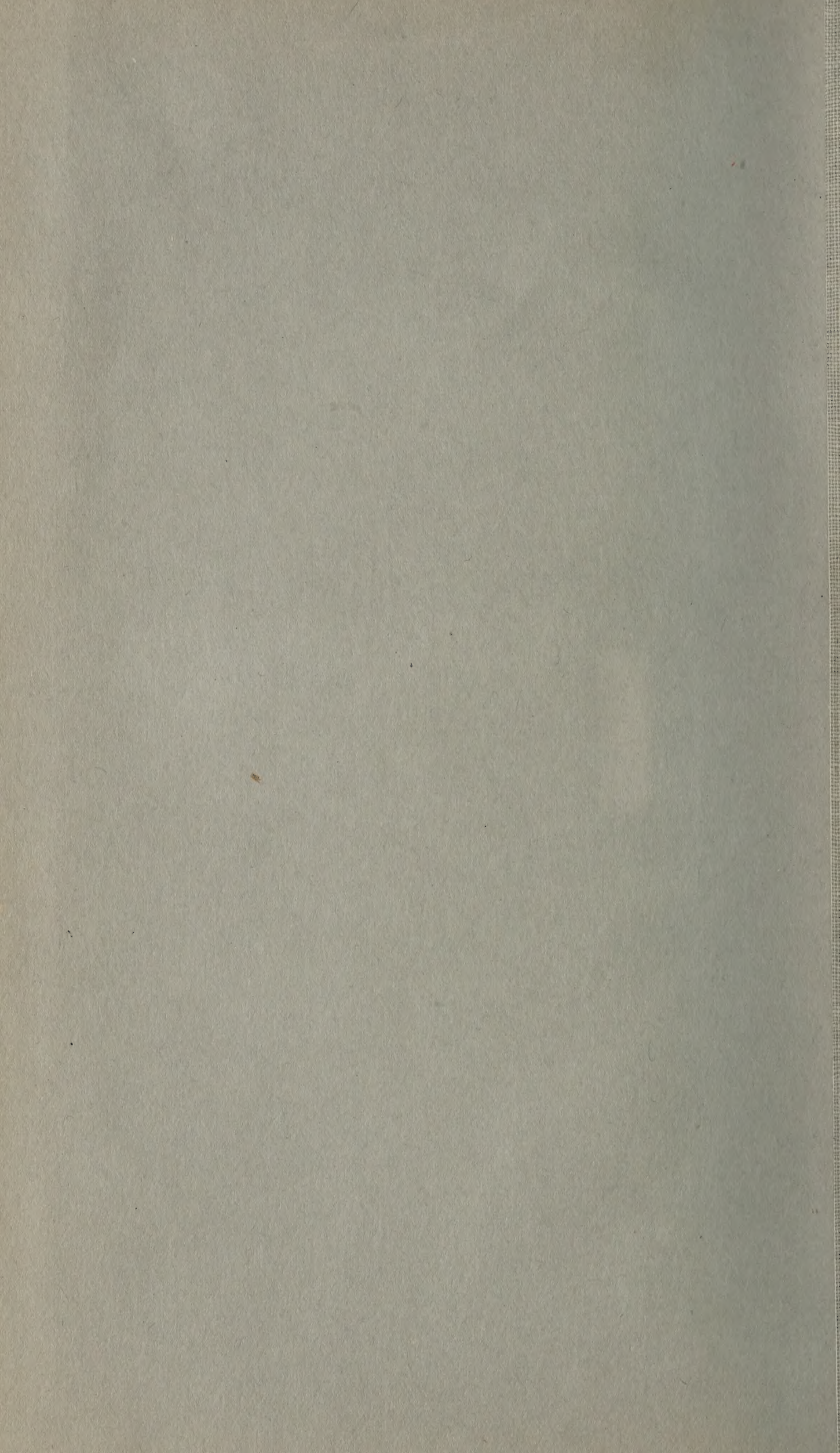
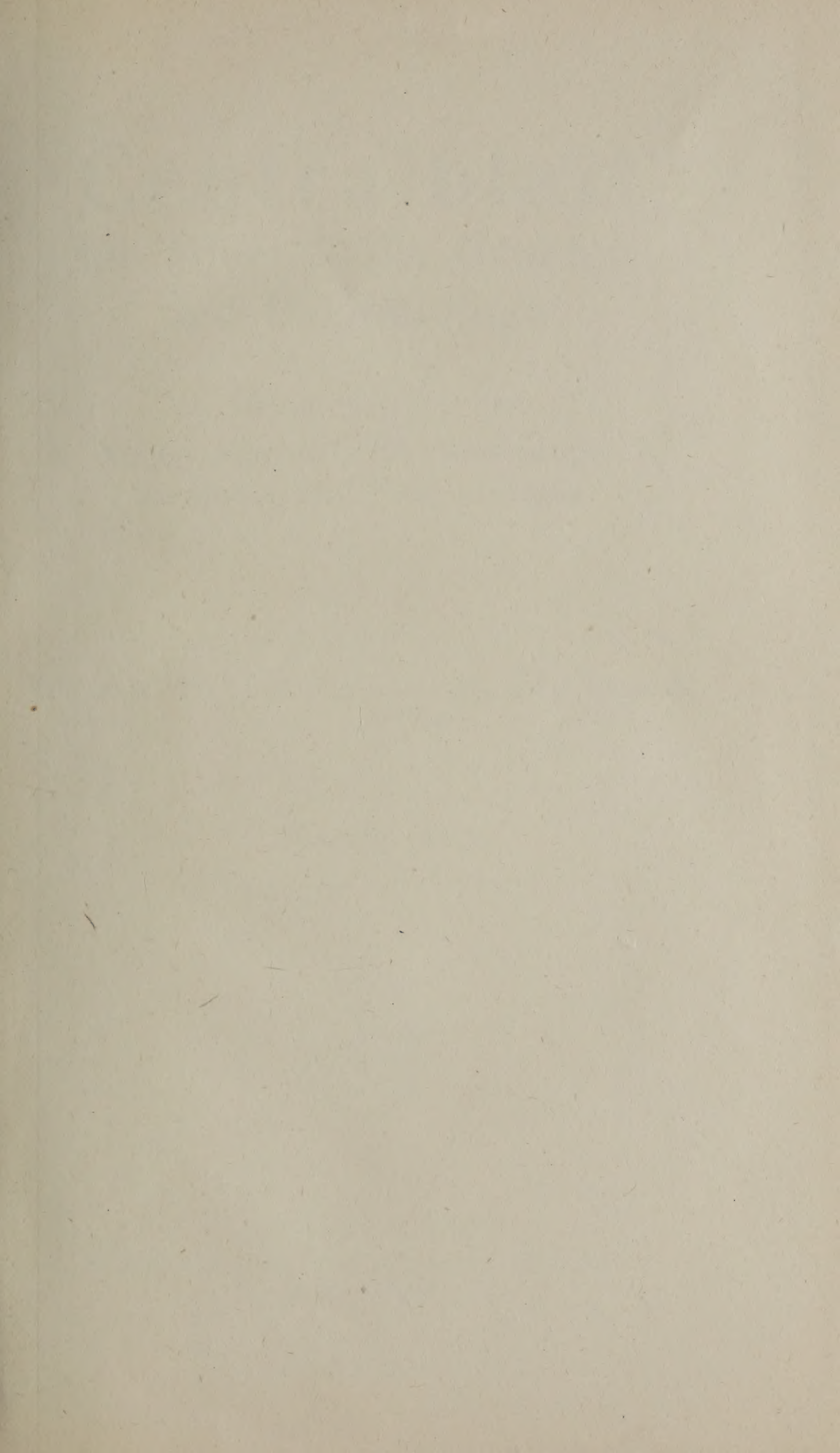





CoLibrì
COVER SYSTEM ®
Made in Italy







Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
E. Hennig, in Tübingen
J. F. Pompeckj in Berlin

Jahrgang 1920

Mit zahlreichen Figuren im Text



STUTTGART 1920
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele)

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Bücherbesprechungen.

Miscellanea.

Seite

Personalia.

Sachregister

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1920.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.



Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

33. Die in Deutschland nachweisbaren Reste des unveränderten Bitburger Eisens.

Von **R. Brauns** in Bonn.

Im Jahre 1802 war bei einem Wegebau an der Albacher Mühle bei Bitburg i. d. Eifel eine gewaltige Eisenmasse zutage gekommen, deren Natur und Wert als Meteoreisen nicht erkannt wurde, was erklärlich ist, weil um jene Zeit weite und wissenschaftlich angesehene Kreise die Möglichkeit, daß Steine oder Eisenmassen von dem Himmel auf die Erde fallen könnten, bestritten. So hatte auch Nöggerath, der spätere Vertreter der Mineralogie an der Universität Bonn (seit 1818), auf seinen Bereisungen der Eifel nach seiner eigenen Mitteilung schon früh genug die Nachricht erhalten, daß an der Albacher Mühle bei Bitburg eine mehrere tausend Pfund schwere Masse von gediegenem und vollkommen geschmeidigem Eisen von unbekannter Herkunft liege, hatte aber dessen Bedeutung nicht erkannt und hat sich darum keinmal an die Fundstelle bemüht, um es anzusehen [1]. Nachdem es den Besitzer mehrmals gewechselt hatte (erster Kaufpreis ein Louisdor), erstand es der Inhaber des Pluwiger Hammers bei Trier für 16½ Krontaler (3 Franken für den Zentner, Gewicht 30—33 Ztr.) in der Hoffnung, durch seine Verarbeitung einen ansehnlichen Gewinn zu erzielen. Es wurde auf dem Pluwiger Hammer eingeschmolzen (1807), zwei Tage und zwei Nächte hat das Schmelzen in Anspruch genommen; die Flamme sei grün gewesen, wie sie beim Schmelzen von Kupfer entsteht, und habe einen Schwefelgeruch verbreitet. Als man die eingeschmolzene Masse schmieden wollte, sei dieselbe unter dem Hammer wie Sand auseinander geflogen. Danach wurde das Ganze in den Kanal einer ehemaligen

[1] Chladni berichtet i. J. 1818 (Gilbert's Ann. **30**. 242. 1819) über die Mitteilungen, die er von dem damaligen Oberbergamtsassessor Nöggerath über das Bitburger Eisen erhalten hatte auf Grund von Nachrichten, die das Oberbergamt durch den Landrat Simonis in Bitburg eingezogen hatte (1817). Hierbei spricht Chladni schon die Vermutung aus, daß diese Eisenmasse meteorisch sein könne, bevor er von der Untersuchung des Eisens durch Gibbs Nachricht hatte; hiervon hatte er erst später (Gilbert's Ann. 1821. p. 342) erfahren.

Schneidemühle vergraben und Stücke in Vertiefungen des Hofraumes des Hammers geworfen, hierunter angeblich ein Stück von 2—3 Ztr. des nicht geschmolzenen Eisens (Steininger, Gymnasialprogramm, Trier 1835). Die wahre Natur des Eisens wäre niemals richtig erkannt worden, wenn nicht wißbegierige Männer von dem unveränderten Eisen kleine Stückchen abgeschlagen und aufbewahrt hätten.

Zu diesen gehörte der amerikanische Ingenieuroffizier Gibbs, der sich um jene Zeit (1805) in Luxemburg aufhielt und eigens nach Bitburg gekommen war („auf einer mineralogischen Exkursion durch die französischen[1] Ardennen", daher bei Gibbs später die Fundortsbezeichnung Ardennen), um die sonderbare Eisenmasse anzusehen und sich davon zu holen. Nach seiner Rückkehr nach Amerika hat er das mitgenommene Stück untersucht und mit aller Bestimmtheit als Meteoreisen erkannt (1814). Hierdurch veranlaßt, hat Nöggerath das verscharrte Eisen wieder ausgraben lassen (1824) und nach Resten des unveränderten Eisens eifrig aber vergeblich geforscht, während Stücke des umgeschmolzenen Eisens durch seine Vermittlung in die Sammlungen gelangt sind. Dies hat aber seine frühere Beschaffenheit fast völlig verloren und hat nicht den Wert der nichtgeschmolzenen Stücke.

Ein anderes kleines Stück hat Appellationsgerichtsrat Seippel in Trier von der Masse abgeschlagen, als sie auf dem Durchweg von Bitburg zum Pluwiger Hammer in Trier gewogen wurde. Von ihm kam das Stück an den Domdechant Castello und später an Dr. Schmitz, Kreisphysikus in Hillesheim, der noch ein zweites Stück davon besaß. Von Schmitz kamen diese beiden Stücke an Prof. Steininger und durch diesen an die Gesellschaft nützlicher Forschungen in Trier; aus deren Besitz gelangte später ein Stück an das Gymnasium in Trier, und zwar das von Seippel abgeschlagene. Das andere Stück hat Chladni durch Prof. Steininger von der Gesellschaft nützlicher Forschungen erhalten, nach dessen Tod gelangte es an die Universitätssammlung in Berlin; ein kleines Stückchen hiervon ist durch Tausch im Jahre 1840 an das Hofmineralienkabinett in Wien gekommen. Über weitere von dem unveränderten Eisen abgeschlagene Stücke ist nichts bekannt geworden. Angeblich haben die Bauern Stücke von dem Eisen abgeschlagen, solange es bei der Albacher Mühle lag, über deren Verbleib weiß man nichts; die runde Form des Eisens hat Gibbs hierauf zurückgeführt.

E. A. Wülfing führt in seiner Zusammenstellung der Meteoriten in Sammlungen (1897, p. 33) von der nicht umgeschmolzenen Masse des Bitburger Eisens an: Berlin (Univers.-Sammlg.) 10 g, Bremen (Städt. Museum f. Natur- u. Völkerkunde) 15 g, Neumann (Graz) 1 g,

[1] Bitburg gehörte damals zu Frankreich.

Tübingen $5\frac{1}{2}$ g, Wien (Hofmuseum) 6 g. Die Aufbewahrung eines Stückes des nicht umgeschmolzenen Eisens im Trierer Gymnasium war ihm nach gefälliger Antwort (März 1919) auf eine Anfrage von mir unbekannt geblieben. Die in den amerikanischen Sammlungen aufbewahrten Reste werden unter den nicht umgeschmolzenen nicht erwähnt.

Durch Untersuchung des bei Forsbach gefallenen Meteorsteins[1] wurde ich veranlaßt, den Resten und der Beschaffenheit des unverändert gebliebenen Bitburger Eisens nachzuspüren, soweit solche in Deutschland nachzuweisen waren. Für leihweise Hergabe der kostbaren Stückchen bin ich den Herren Geheimrat Liebisch in Berlin, Prof. Niggli in Tübingen und Prof. Schauinsland in Bremen zu besonderem Dank verbunden; für Nachrichten über den Verbleib des Trierer Stückes habe ich Herrn Studienrat Wansleben zu danken.

1. Über das Stück in T r i e r hat Partsch[2] eine kurze Mitteilung veröffentlicht.

Er schreibt: „Das in der Mineraliensammlung des Gymnasiums zu Trier noch vorhandene kleine Stück unveränderten Bitburger Eisens (das wir im Jahre 1840 auf einer bloß in dieser Absicht unternommenen Seitentour zu sehen Gelegenheit nahmen) wiegt 1 Lot 1 Quentchen und 51 Gran Nürnberger Apotheker-Gewicht[3]. Es war damals nicht anpoliert und daher nicht aufgeschlossen. Wegen Kleinheit und der sehr unebenen Beschaffenheit des Stückes konnten wir davon keinen Abschnitt für unsere Sammlung erhalten. Die olivinartige Substanz ist daran dem ungeachtet gut erkennbar; sie soll nach Herrn Prof. Steininger leicht schmelzbar sein, und aus einem Eisensilikat bestehen.“ Hiernach läge kein Olivin vor, sondern eher „Eisenglas“, wenigstens in der von Steininger untersuchten Probe.

Aus der späteren Zeit ist mir eine Untersuchung dieses kleinen Stückchens nicht bekannt geworden. Auf meine Anfrage erhielt ich von Herrn Studienrat Wansleben in Trier die vorläufige Nachricht, daß es nicht aufzufinden sei, und am 14. April 1919 die weitere Nachricht, daß eine nochmalige gründliche Durchsuchung der mineralogischen Sammlung nach dem Meteoreisen ergebnislos geblieben sei. Ob das kostbare Stückchen an einem Besucher einen Liebhaber gefunden habe, mag dahingestellt bleiben, es ist zurzeit als v e r l o r e n zu buchen.

---

[1] Verhandl. d. Naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westfalens. **75**. 129—144. Taf. I, II. 1918.

[2] Die Meteoriten oder vom Himmel gefallenen Steine und Eisenmassen im k. k. Hof-Mineralien-Kabinette zu Wien. 1843. p. 97.

[3] Buchner, Die Meteoriten in Sammlungen (1863), gibt p. 126 das Gewicht zu etwa 24 g an.

2. Das Stück der **Berliner** Sammlung hat zuletzt C. Klein[1] kurz beschrieben:

„Der Kamazit zeigt feine bis mittlere Lamellen, annähernd nach ∞O (110) geordnet. Das Fülleisen ist mit noch feineren Erhabenheiten, einander parallel gestellt, bedeckt. Wenig Bandeisen. Alles dies gilt nur für das unversehrte Stück von 10 g, bei dem auch die Olivine relativ frisch sind."

Die Beschreibung ist nicht ganz zutreffend, die Trias ist vollständig und deutlich entwickelt. Die Balken sind sehr fein, ihr Kamazit ist hellgrau, matt, körnig, anscheinend metabolitisiert; bunte Anlauffarben lassen darauf schließen, daß die Struktur durch Anlassen offengelegt worden ist. Der Taenit, durch seine weiße Farbe und starken Metallglanz sich scharf abhebend, umsäumt die Balken und Felder, und bildet, Kamazit aufs innigste durchwachsend, mit diesem das Fülleisen der Felder; nur in vereinzelten kleinen Feldern fehlen die Taenitkämme, die Felder sind aber immer von diesem allseitig umsäumt. Schreibersit ist in einzelnen Körnchen am Rande wahrnehmbar, Schwefeleisen konnte ich nicht sehen; wegen der Anlauffarben des Kamazits würde es sich kaum abheben. Olivin, oder allgemeiner Eisensilikat (zur Bestimmung im einzelnen wäre ein Eingriff nötig, der sich durch die Kleinheit und Kostbarkeit des Stückchens wohl verbietet), treten an Menge gegen das Nickeleisen sehr zurück, sind nur am Rande des Stücks vorhanden oder vorhanden gewesen, und bilden z. T. einzelne Körner ohne Kristallflächen, mehr aber eine sehr feinkörnige Masse mit Körnchen von Nickeleisen und anscheinend auch Schwefeleisen; über ihre Zusammensetzung (Eisenglas z. T.?) könnte nur ein Dünnschliff Auskunft geben. Nach dem Vorherrschen des Eisens[2] wäre dies Stück Bitburg etwa mit Copiapo zu vergleichen, dessen Eisen aber andere Beschaffenheit hat. Das Äußere des Stücks ist zackighakig und recht frisch; Silikate sind auch da nur wenig wahrnehmbar. Die Größe der angeschliffenen Fläche ist 15/11 mm, das Gewicht des Stücks 10,35 g.

Das nach **Wien** gekommene, von dem Berliner abgetrennte

---

[1] Studien über Meteoriten etc. Abhandl. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. v. J. 1906. Berlin 1906. p. 105. Auf die Beschreibung des Wiener Stückchens durch Brezina und Cohen nimmt Klein nicht Bezug, auch nicht auf die Angaben von G. Rose; nach diesem gleicht das Eisen von Bitburg dem von Steinbach und Rittersgrün, jedoch seien die Widmanstätten'schen Figuren noch feiner; beide stellt er zu Pallasit (Abhandl. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1863).

[2] Der Besitzer des Pluwiger Hammers hatte Nöggerath mitgeteilt, die Eisenmasse sei im Innern ganz kompakt, ohne irgend eine sichtbare Beimischung fremdartiger Teile gewesen (Schweigger's Journal. **43**. p. 5. 1825). Chladni stellt das Eisen zu den derben, nicht zu den ästigen mit Olivin in den Zwischenräumen (ebenda. **46**. p. 394).

Stückchen haben Brezina und Cohen in dem Tafelwerk „Die Struktur und Zusammensetzung der Meteoreisen“ in Lieferung I als 1a beschrieben und auf Taf. VI in Fig. 3 u. 4 abgebildet (1886); es heißt darüber: „Dieses Stück zeigt alle Teile der Trias: Kamazit weitaus überwiegend; Taenit stark entwickelt; Plessit schwach; Felder fast ganz mit Kämmen erfüllt. Troilit und Schreibersit sind nicht unbedeutend vertreten, jedoch in kleinen Körnern, der sehr feinen Struktur des Ganzen entsprechend (Lamellenbreite des Kamazit 0,2 mm).“ Das Eisen wird von den übrigen Pallasiten abgetrennt und in eine besondere Gruppe, die Albacher Gruppe gebracht. Über Eisensilikate wird nichts Besonderes gesagt, nach der Abbildung 4 treten sie ebenfalls zurück und befinden sich rings am Rande. Früher (1885, Die Meteoritensammlung des k. k. min. Hofkabinetts p. 56) hatte Brezina Olivine zu 2—3 mm Durchmesser genannt.

Aus der Beschreibung ist zu ersehen, daß das Wiener dem Berliner Stück gleich ist, wie nicht anders zu erwarten, da es ein Teil von diesem ist.

3. Das Bitburger Eisen der Tübinger Sammlung ist von dem Berliner recht verschieden. Die angeätzte 12/12 mm große Fläche zeigt noch Schnittspuren und ist nicht mehr blank. Ein gestrecktes Loch nahe der Mitte, dessen Grund braun oxydiert ist, mag von ausgesprungenem Olivin herrühren. An der einen Ecke, von den Schnittspuren ausgehend, ist die Oberfläche, etwa ¼ der ganzen umfassend, oxydiert und läßt von dem inneren Bau nichts wahrnehmen. Körniges Silikat, anscheinend Olivin, ist an einer Stelle des Randes und auch sonst an der ziemlich stark oxydierten Außenfläche vorhanden.

Von dem Berliner Stück unterscheidet sich dieses dadurch, daß nur Balken- und Fülleisen vorhanden ist, von Taenit konnte ich auch durch eine Lupe mit 16facher Vergrößerung nichts wahrnehmen. Die Balken sind noch schmäler, höchstens halb so breit und sehr kurz, hellgrau, glänzend, das Fülleisen ist dunkelgrau, matt. Nach dem einen Rande hin verschwimmen die Umrisse der Balken, anscheinend weniger durch mangelhafte Ätzung als durch Metabolitisierung. Für das bloße Auge erscheint die angeätzte Fläche matt schimmernd, unter der Lupe flimmerig durch die geringe Länge und Dicke der einzelnen Balken. Ob kleine, dunkle, matte Punkte von Schwefeleisen gebildet werden, konnte nicht entschieden werden.

Das Tübinger Stück ist noch dadurch besonders wertvoll, daß es von dem stammt, das Gibbs abgeschlagen hatte. Dies wird durch die beiliegende von Shepard geschriebene[1] Etikette bezeugt:

[1] Dessen Handschrift habe ich auch nach einem von Shepard an G. vom Rath geschriebenen Brief sichergestellt.

„Bitburg, Lower Rhine, Prussia. This specimen came from the original and unheated fragment in the Gibbs' cabinet of New Haven. C. U. Shepard.“ Nach dem von Quenstedt im August 1871 veröffentlichten Verzeichnis der Meteoriten der Tübinger Universitätssammlung stammt es aus der Sammlung des Freiherrn v. Reichenbach; Quenstedt führt es hierin als feinbalkigen Pallasit auf und gibt das Gewicht zu 2,5 g an; das gleiche Gewicht habe ich festgestellt.

Mit diesem Tübinger Stück ist nun das andere des Wiener Hofmuseums gleich, das Brezina und Cohen als 1 b in Fig. 5 und 6 abgebildet haben. Nach der beigegebenen Beschreibung sind auch in diesem nur zweierlei Eisen unterscheidbar, nämlich dunkles Fülleisen und helles Balkeneisen. Die Orientierung wechselt, so daß fünf selbständige Eisenpartien jede mit vier oktaedrischen Lamellensystemen unterscheidbar sind. Auch hier erkennt man aus den Abbildungen und den beigefügten Vergrößerungen, daß die Struktur in diesem Stück noch feiner ist als in dem Berliner und Wien 1 a. Im Text wird gesagt, die Herkunft des Stückes 1 b sei nicht vollkommen sicher; die Sammlung des Oberst Gibbs sei später in den Besitz des Yale College gekommen, wo sich jedoch kein Eisen vorfinde mit der Bezeichnung Bitburg oder Ardennen (wie Gibbs Bitburg aufführt), dagegen ein 500 g schweres Eisen mit dem Fundort Auvergne; von diesem stamme No. 1 b des Wiener Museums im Gewicht von 2 g [1]. Es sei demnach zwar sehr wahrscheinlich, aber doch nicht ganz sicher, daß das vorliegende Stück zu Albacher Mühle gehöre. Ob die Verschiedenheit der beiden Stücke 1 a und 1 b auf weitgehenden Schwankungen in der Struktur jenes großen Eisens beruhe, oder ob No. 1 b etwa doch nicht mit Albacher Mühle identisch sei, werde sich wohl erst nach Untersuchung der Stücke in Berlin und New Haven endgültig entscheiden lassen.

Die dem Tübinger Stück beiliegende Originaletikette von der Hand Shepard's läßt keinen Zweifel darüber, daß dieses von Bitburg stammt und durch Gibbs nach New Haven gekommen war. Die gleiche Struktur mit Wien No. 1 b beseitigt auch für dieses jeden Zweifel an der gleichen Herkunft. Somit ergibt sich, daß das Bitburger Eisen tatsächlich große Schwankungen in seinem inneren Bau aufweist, derartig, daß

[1] Dies gibt auch schon Partsch (l. c. p. 98) an. Nach seiner Angabe ist das Stück durch den Kurator am Yale College zu New Haven im Staate Connecticut, Herrn Prof. Sillimann, in Tausch nach Wien gekommen; das von Gibbs abgeschlagene Stück sei mit dessen Mineraliensammlung in das Museum des Yale College in New Haven gekommen. — Übrigens nennt Shepard im Katalog seiner Sammlung v. J. 1872 den Fundort richtig: „Bitburg, Niederrhein, Prussia“ und stellt es (1867) mit Santa Rosa (Coahuila), Braunau, Tucuman u. a. in eine Klasse: „Microgrammic. Lines verry smalles.“

die beiden kleinen in Berlin und Tübingen vorhandenen Stücke wie zwei verschiedene Eisen erscheinen können[1]. Gemeinsam aber haben sie den feinen oktaedrischen Bau und das nur spärliche Vorhandensein von Olivin oder andern Eisensilikaten; daß ihre Verschiedenheit durch Metabolitisierung allein bewirkt sei, ist nicht anzunehmen, weil hierdurch die Umrisse der Balken verwischt werden, diese aber doch noch ziemlich scharf sind; dabei fehlt Metabolit an ihnen nicht, wie ich erwähnt habe.

4. Für das Eisen in dem Städtischen Museum in Bremen habe ich mich bemüht, zunächst seine Herkunft festzustellen. Nach Mitteilung von Herrn Prof. Dr. SCHAUINSLAND (vom 9. Juli 1919) führte es in der Sammlung den Fundort „Bisport" vielleicht in Anklang an den bekannten Weinort an der Mosel, ein Fallort Bisport ist nicht bekannt. Nach sorgfältiger Durchsicht und Wägung der gesamten Meteoritensammlung und genauer Vergleichung der einzelnen Stücke mit den Angaben Prof. HÄPKE's in Band 8 der Abhandlungen des naturw. Vereins zu Bremen (1884) habe es sich herausgestellt, daß dieses Stück zweifellos zu Bitburg gehöre, so daß die Bezeichnung „Bisport" auf einen Schreibfehler zurückzuführen sei. Das Stück sei seinerzeit von Prof. WÖHLER an den Apotheker und Mineralogen KINDT geschenkt worden und aus dessen Hand später (1879) in die Bremer Sammlung gelangt. HÄPKE sagt darüber[2]: „Unser Bruchstück wiegt 15 g und stammt nach seinem Äußern von dem so seltenen ursprünglichen und unveränderten Eisen, da es noch kristallische Struktur zeigt. Dasselbe ist mit einer schwarzen oder rostbraunen Rinde überzogen, die dünnere Streifen sowie stärkere Leisten in paralleler Anlagerung erkennen läßt. Die Etikette ist von WÖHLER's Hand."

WÖHLER führt in dem von ihm herausgegebenen Verzeichnis der Meteoriten der Universitäts-Sammlung zu Göttingen (Januar 1874), mit der bekanntlich die seinige vereinigt war, von Bitburg 2 Stück „geschmiedete" Eisen an, das Hauptstück mit 361 g, das Gewicht des kleineren wird nicht angegeben. C. KLEIN zählt in dem 5 Jahre später (Januar 1879) veröffentlichten Verzeichnis der gleichen Meteoritensammlung von Bitburg nur noch das Hauptstück mit 361 g als „geschmolzen" auf, ein zweites wird nicht erwähnt. Während dieser Zeit müßte das kleinere Stück also von WÖHLER an seinen Freund KINDT abgegeben sein. Herr Kollege MÜGGE

[1] Wie CHLADNI (Feuermeteore. p 354. 1819 u. GILBERT's Ann. 60. p. 243. 1819) berichtet, habe der französische Ingenieur (i. e. GIBBS), von Landrat SIMONIS begleitet, mehrere Stücke mit dem Hammer abgeschlagen und mitgenommen. Dann könnten auch die Stücke des in Amerika vorhandenen Bitburger Eisens untereinander in der Struktur verschieden sein. Eine Prüfung dieser Stücke an möglichst großen Schnittflächen wäre sehr erwünscht, mir ist keine solche bekannt geworden.

[2] Abhandl., herausg. v. naturw. Vereine zu Bremen. 8. 1889. p. 520.

hat mir auf Anfrage mitgeteilt, daß über den Verbleib des kleineren Stücks aus den Akten nichts zu ersehen sei.

Das mir von Herrn Prof. SCHAUINSLAND zur Untersuchung anvertraute Stück wog 11,8 g[1], war nicht aufgeschlossen, oberflächlich oxydiert, sah aber nicht wie ungeschmolzenes Bitburger Eisen aus. Mit seiner Erlaubnis habe ich es an einer Seite angeschliffen und geätzt; hierbei ist ein kleines Korn der Außenseite herausgebrochen; das Stück wiegt danach noch 10,9 g, die geätzte Fläche mißt 17/10 mm. So viel ist sofort mit Sicherheit festzustellen, daß es kein geschmolzenes Eisen ist, und die Frage drängt sich auf: Sollte WÖHLER, der ausgezeichnete Meteoritenkenner, ein ungeschmolzenes Stück des Bitburger Eisens für „geschmiedet" angesehen und gerade dieses Stück verschenkt haben?

Das Eisen ist ein körniges Eisen, das größte angeschnittene Korn mißt $4\frac{1}{2}$ mm an der dicksten Stelle. Jedes Nickeleisenkorn ist nach dem Ätzen grau, matt, von feinen unregelmäßigen Rissen durchsetzt; Ätzlinien, die vielleicht als NEUMANN'sche Linien angesprochen werden könnten, sind äußerst fein und verschleiert. Dazu tritt hochglänzender weißer Schreibersit (oder Cohenit) in einem 8 : 6 mm großen Kristall, von kleinen Eisenkörnern unterbrochen; auch am Rande ist ein langer Streifen von Schreibersit vorhanden. Zwischen den einzelnen Nickeleisenkörnern verlaufen Furchen, in denen die Substanz oxydiert ist, dazwischen schmale, stark metallglänzende Streifen, von denen man nicht entscheiden kann, ob sie von Schreibersit oder Taenit gebildet werden; auch ist nicht sicher zu erkennen, ob sich in den Furchen außer oxydiertem Eisen auch Körnchen von verwitterten Eisensilikaten befinden. An der Außenfläche hebt sich Schreibersit durch bronzegelbe bis tombakbraune Farbe und Metallglanz von dem braunen, matten, oxydierten Eisen deutlich ab; Olivin konnte ich nicht nachweisen.

Es erhebt sich nun die Frage: Gehört das Eisen der Bremer Sammlung auch zu Bitburg? Bei der großen Verschiedenheit, die das Bitburger Eisen aufweist, bei den Änderungen, die es in der Brandzone erlitten hat, wäre die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen. Eine weitere Bestätigung, die sich nur durch Prüfung der in Amerika befindlichen Stücke jenes Eisens erbringen ließe, wäre notwendig. Eine andere Frage wäre, ob etwa eine Verwechslung und irrtümliche Bestimmung vorliegen könnte. Nach der Größe der Schreibersit(Cohenit-)kristalle und der Beschaffenheit

[1] Die Differenz gegen die Angabe von HÄPKE könnte sich daraus erklären, daß von dem rissigen Eisen Körner abgesprungen sind. Übrigens dürften die Wägungen ungenau gewesen sein; das Stückchen Arva (Magura) der Bremer Sammlung, das HÄPKE aufzählt, wiegt nicht 8 g, wie er angibt, sondern 5,2 g, dabei ist die Identität zweifellos.

des Nickeleisens könnte am ersten an eine Verwechslung mit Magura gedacht werden. Nach dem Verzeichnis von HÄPKE besitzt die Bremer Sammlung 2 Stückchen Magura (unter Arva aufgeführt); auch diese habe ich mir zuschicken lassen, die Beschreibung HÄPKE's paßt auf sie genau bis auf die Angabe des Gewichtes für das größere (siehe oben p. 8, Fußnote), eine Verwechslung mit einem von diesen liegt sicher nicht vor; die Verwechslung müßte schon früher an anderer Stelle stattgefunden haben.

Gegen die Zugehörigkeit zu Bitburg spricht der Umstand, daß nichts darüber bekannt ist, daß noch weitere Stücke, als vorher angegeben, von dem unveränderten Eisen abgeschlagen worden seien [1]. Wenn aber ein unverändertes Stück des Bitburger Eisens an WÖHLER gekommen wäre, würde er seine Natur erkannt und es nicht verschenkt haben. So wird man gut tun, das Eisen der Bremer Sammlung so lange nicht als zu Bitburg gehörend anzuführen, bis nicht ein sicherer Nachweis dafür erbracht worden ist.

Somit sind in Deutschland nur zwei Stücke des unveränderten Bitburger Eisens, „der größten europäischen Eisenmasse meteorischen Ursprungs", nachweisbar, das 10,35 g schwere Stück der Berliner und das 2,5 g schwere Stück der Tübinger Sammlung, beide in ihrer Beschaffenheit sehr bemerkenswert verschieden.

Bonn, im Oktober 1919.

Über Neogen am Golfe von Orfana im südöstlichen Mazedonien.

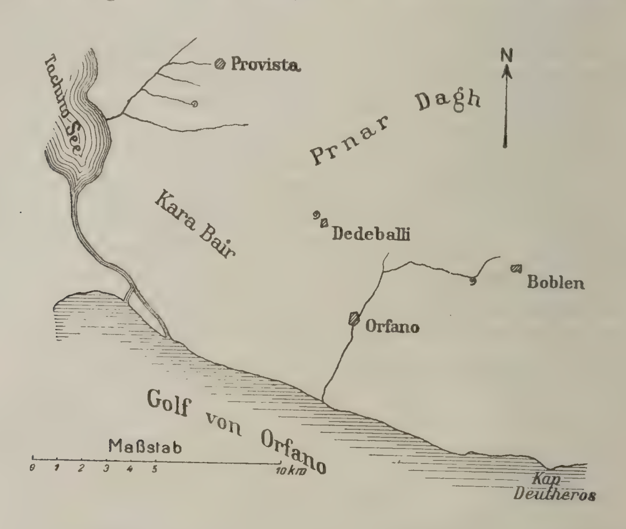
Von **P. Oppenheim** in Berlin-Lichterfelde.

Mit 1 Kartenskizze.

Herr Prof. Dr. O. H. ERDMANNSDÖRFFER in Hannover sandte mir in letzter Zeit bei zwei Gelegenheiten Neogen-Fossilien zur Bestimmung zu, welche er bei seinen Aufnahmen als Kriegsgeologe im südöstlichen Mazedonien in der Umrahmung des Golfes von Orfana zu sammeln Gelegenheit hatte. Die erste Sendung, welche Ende November 1917 in meine Hände gelangte, bestand aus recht gut erhaltenen, kleineren bis mittelgroßen Fossilien, welche an-

[1] Nach einem Bericht von STEININGER (Gymnasialprogramm, Trier 1835) sind bei einer durch die Gesellschaft nützlicher Forschungen veranlaßten Nachgrabung i. J. 1833 im Bezirk des Pluwiger Hammers noch drei Stück (das größte 1¼ Pfd. schwer) gefunden worden, die wohl im Feuer gelegen hatten, von diesem aber keine Veränderung erlitten haben. Wo sind diese geblieben? Fortgeworfen? weil STEININGER das Eisen für ein Kunstprodukt hielt? Auf eine Anfrage in Trier habe ich die Mitteilung erhalten, daß davon nichts aufzufinden sei.

scheinend einem sandigen Tegel entnommen waren. Der genaue Fundpunkt wurde damals aus militärischen Gründen geheim gehalten und von Herrn Erdmannsdörffer nur hinzugefügt, daß diese Fossilien aus dem Gebiete zwischen Strumamündung und Kap Deutheros stammten und bisher das einzige wären, was er an organischen Resten in der ganzen Gegend aufgefunden habe. Ich habe das Vorhandensein dieses jüngeren Tertiärs in meinem unlängst erschienenen Aufsatze über das Neogen in Kleinasien, angesichts des mir auferlegten Schweigens, nur kurz erwähnen können [1].



Nachdem die militärischen Gründe, welche das damalige Schweigen veranlaßten, nun leider gänzlich in Wegfall gekommen sind, hat Herr Erdmannsdörffer mir weitere Einzelheiten über dieses Vorkommen gegeben und mir mitgeteilt, daß die untersuchten Fossilien von Boblen stammen, einem Orte, welcher nach der beigegebenen Kartenskizze sich in der Luftlinie etwa 10 km nördlich von Kap Deutheros befindet. Herr Erdmannsdörffer schreibt mir über das Vorkommen folgendes: „Westlich des Ortes Boblen verläuft ein Bach erst in NO—SW-Richtung, dann biegt er langsam in O—W-Richtung um. Am linken Hang dieser Umbiegungsstelle beobachtet man folgendes Profil:

Zu unterst 2 m dunkelgraue, tonig bituminöse Sande mit verkohlten Pflanzenresten und der untersuchten Fauna.

Darüber 2 m hellbraune tonige Kalksande.

Nach oben wird das Profil durch sehr mächtige Konglomerate und Kiese abgeschlossen."

---

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1918. p. 162.

Weitere Tertiärfossilien erhielt ich Ausgang Dezember 1918. Diese sehen schon auf den ersten Blick ganz anders aus. Es sind große Austern und Pectiniden, die in einem harten Gestein stecken und teilweise stark abgerollt sind. Herr Erdmannsdörffer schrieb mir, daß er „in der Gegend der Strumamündung an zwei Stellen bei Provista und Dedeballi prachtvolle Transgressions-Konglomerate gefunden habe, z. T. in 270 m Höhe über dem jetzigen Meeresspiegel, in denen massenhaft Austern und Pectiniden sind. Einiges davon habe er mitgebracht." Das Profil von Dedeballi beschreibt er folgendermaßen: „Gleich oberhalb des Ortes legt sich in 270 m Meereshöhe auf die kristallinen Kalke des Praar-Dagh (östlich vom Südende des Tachinossees) eine prachtvolle tischebene Abrasionsfläche mit zahlreichen Bohrmuschel-Löchern besetzt. Darüber liegen erst grobe, lockere, quarzführende Kalksande und -kiese, die nach obenhin rasch in grobe Marmorschotter und -breccien übergehen. Einzelne Marmorrollstücke erreichen ½ cbm Größe. In den grobkiesigen Schichten stecken die Fossilien." Ebenso schreibt er über den zweiten Fundpunkt Provista: „Südlich des Ortes verlaufen drei auffällige genau O—W gerichtete Täler. In dem mittleren sind, in der Nähe eines starken Laufbrunnens, in mehreren Wasserrissen erschlossen über 15 m mächtige grobe Sande und Kiese, deren Zusammensetzung sie als ein Aufarbeitungsprodukt der benachbarten Gneise und Schiefer der Kara Bair's erkennen läßt. In diesen Schichten stecken massenhafte, z. T. zu Konglomeratbänken verkittete Austern- und Pectenbänke. Darüber liegen graue Mergel und Kalktuffe, die wahrscheinlich beide Süßwasserbildungen sind."

Ich will nunmehr zuerst eine Liste der von mir bestimmten Fossilreste geben.

1. Fossilien von Boblen:

Pecten scabrellus Lk.
Arca diluvii Brocc.
Lucina cf. *boralis* Lk.
Gadila gadus Mont.
Natica millepunctata Lk.
Turritella subangulata Brocc.
Nassa semistriata Brocc. var. *B. Bellardi*
Pleurotoma monile Brocc.
— *dimidiata* Brocc.
— sp.
Conus antediluvianus Brug.

Wenn man diese Formen ganz vorurteilslos, d. h. ohne Rücksicht auf unsere bisherigen Kenntnisse über das gegenseitige Verhältnis von Land und Meer in dem in Frage kommenden Erdstriche und ohne Berücksichtigung der weiteren von Erdmannsdörffer gemachten, so glücklichen Funde durchsieht, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen:

1. Diese Fauna ist angesichts der zahlreichen, heute ausgestorbenen Elemente, welche sie enthält, keinesfalls quaternär oder gar rezent. Es scheint überflüssig, auf diesen Punkt weiter einzugehen.

2. Die Fauna erscheint sowohl in ihrer ganzen Zusammensetzung, als in ihren einzelnen Arten (z. B. *Arca diluvii* und *Nassa semistriata*) zu jugendlich, um noch zum Miocän gerechnet werden zu können, von dessen bezeichnenderen Formen sie nichts enthält.

3. Die Fauna muß daher, wenn man sie ganz für sich betrachtet, als Pliocän bezeichnet werden, sie erinnert durchaus an diejenige der bezeichnendsten Pliocänabsätze Italiens und des Rhônetales.

2. Fossilien von Provista und Dedeballi.

Die von Provista und Dedeballi vorliegenden Formen sind die folgenden:

Ostrea frondosa Marcel de Serres var. *caudata* v. Münst.[1]

Die teilweise ziemlich großen und sehr dickschaligen Stücke von Provista zeigen die schwanzartige Verlängerung des Hinterrandes, zumal auch der rechten (Deckel)klappe sehr deutlich. Auch die in der Wirbelregion breit festgewachsene, mit wenigen Radialrippen verzierte Unterklappe stimmt überein.

Die Art ist gleichmäßig verbreitet im Miocän und im Pliocän. Es dürfte kaum möglich sein, die von Sacco hier unterschiedenen Varietäten durchgreifend voneinander zu trennen.

Ostrea digitalina Dub.

Vgl. M. Hoernes, Fossile Mollusken des Wiener Beckens. II. p. 447. Taf. 73 Fig. 1—9.

Neben mehreren Doppelklappen von Provista, die zu einem Klumpen vereinigt sind, liegen einzelne Deckel von Dedeballi vor. Die an Formen der *O. lamellosa* Lk. erinnernde Unterklappe trägt breite, sehr entfernt stehende, ziemlich flache Radialrippen in verhältnismäßig geringer Zahl. Die Anwachsringe der Deckel springen stark hervor; das Bild, welches sie darbieten, erinnert an Fig. 2 bei M. Hoernes a. a. O.

Ostrea cf. *crassicostata* Sow.

Vgl. M. Hoernes, a. a. O. Taf. 69 Fig. 4 a—4 b.

Ein von Dedeballi vorliegendes Schloßbruchstück einer großen dickschaligen Auster von ausgesprochen lamellöser Struktur. Leider ist die Oberfläche nicht erhalten und dadurch die Frage der Berippung nicht festzustellen.

[1] Vgl. Sacco, I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte. 23. 1897. p. 13. Taf. III Fig. 40—44 (var. *caudata*); — Ebendort Taf. III Fig. 45—46 (var. *dertocaudata*) u. Fig. 47—49 (var. *percaudata*).

Pecten aduncus Eichw.

Vgl. M. Hoernes, Fossile Mollusken des Wiener Beckens. II. p. 401. Taf. 69 Fig. 7—9.

Depéret et F. Roman, Monogr. des Pectinides néogênes de l'Europe et des régions voisines. Mém. de la Soc. géol. de France. Paléont. **26**. 1902. Paris. p. 49. Taf. VI Fig. 5—6 a, Taf. VII Fig. 1—1 a.

Neben mehreren Fragmenten und einer vollständigen Deckelklappe liegt auch der vordere Abschnitt einer rechten Schale vor. Diese entspricht in den erhabenen, ziemlich abgerundeten, durch fast lineare Zwischenräume getrennten Rippen restlos der osteuropäischen Type. Auch die Deckelklappe zeigt in der Zahl und Verteilung der Rippen wie in der Konkavität in der Wirbelregion durchaus die für diese typischen Verhältnisse. Allerdings läßt sich die bei *P. aduncus* sonst gewöhnlich sehr deutliche Nebenrippe, welche dort in dem intercostalen Zwischenraum verläuft, hier nicht mit wünschenswerter Deutlichkeit erkennen. Vielleicht ist dies die Schuld der ungünstigen Erhaltung, der Abrollung, welche die Stücke fast durchgehend erlitten haben. Allerdings spricht gegen diese Annahme, daß auch an dem einen, oberflächlich ziemlich frischen Fragment die Nebenrippe nicht erkannt werden kann.

Dieses Fehlen der Nebenrippe würde an den sonst ziemlich ähnlichen, im wesentlichen pliocänen *P. benedictus* Lk. denken lassen, den ich in Originalexemplaren aus Millas bei Perpignan in früheren Zeiten von Herrn Depéret selbst erhalten habe. Bei dieser Form treten aber auf beiden Klappen die Rippen weniger hervor und sind mehr auseinandergerückt, so daß ich doch mehr an der Bestimmung unserer Type als *P. aduncus* Eichw. festhalten möchte.

Pecten Leythajanus Partsch.

Vgl. M. Hoernes, Fossile Mollusken des Wiener Beckens. II. p. 406. Fig. 6—8.

Depéret et Roman, a. a. O. Mém. de la Soc. géol. de France. Paléont. **18**. 2. 1910. p. 125. Taf. XIII Fig. 4—4 a.

Zwei Deckelklappen, beide südlich von Provista gesammelt, die eine vollständig, die andere fragmentär. Ich sehe hier nichts, was gegen die Vereinigung mit dieser sehr charakteristischen, durch die große Zahl ihrer schwach emporgewölbten Rippen gut gekennzeichneten Art sprechen könnte.

Die Type findet sich im wesentlichen im Leythakalke von Österreich und geht nach Ungarn hinein, von wo sie Depéret und Roman aus Rakos bei Budapest angeben, während sie mir selbst aus der gleichen Gegend von Bia bei Ofen aus eigenen Aufsammlungen vom Jahre 1891 vorliegt. Sie findet sich häufig, so auch in Bia, mit *P. aduncus* Eichw. vergesellschaftet. —

Für die Bestimmung des Alters dieser Fauna von Provista und Dedeballi sind die im Miocän und Pliocän gleichmäßig verbreiteten Austern bedeutungslos. Um so deutlichere Antwort

geben dafür die Pectiniden, welche beredt für die Zugehörigkeit der Formation zur zweiten Mediterranstufe, zur Leythakalkformation, dem Vindobonien der Franzosen, sprechen. Im Pliocän gibt es kaum Formen, welche für den Vergleich näher in Betracht kommen. Daß der übrigens schon im Miocän einsetzende *P. benedictus* Lk. sich nicht restlos mit der Type von Provista vereinigen läßt, wurde oben zu zeigen versucht.

Die Anwesenheit von Miocän in diesen Regionen ist übrigens seit einiger Zeit bekannt. English[1] hat am Golfe von Saros bei Eregli Sande und sandige Kalke nachgewiesen, welche dort fast im Meeresniveau auftreten und neben *Ostrea lamellosa O. virleti, Pecten aduncus* und *Arca diluvii* enthalten sollen. Ebenso hat er bei Myriophyto auf der Nordküste der Dardanellen über Konglomeraten und Sanden eine Bank mit *Ostrea crassissima* nachgewiesen[2]. Die hier bekanntgegebenen Vorkommnisse am Golfe von Orfana verbinden diese Punkte mit den durch Gorceix und Hilber studierten miocänen Ablagerungen von Thessalien und sind Etappen auf dem Wege, welche das alte miocäne Mittelmeer einst zurücklegte, um von der Adria bis zur Krim zu gelangen.

Es bleibt nach wie vor zweifelhaft, ob die Vorkommnisse an der Westküste der Troas, welche dort bei Savaklü anscheinend in horizontal gelagerten Kalken und Sandsteinen neben *Ostrea lamellosa* Lk. und *O. undata* Lk. *Pecten benedictus* Lk. einschließen[3], dieser miocänen Formation angehören oder jünger, d. h. pliocän sind. Zur restlosen Entscheidung dieser Frage, welche ich erst vor kurzem gestreift habe[4], ist eine Neudurchsicht des alten oder eine Aufsammlung neuen Materials notwendig; ihre Lösung steht im Zusammenhang mit der endgültigen Entscheidung des Alters der im ersten Teile dieser Mitteilung näher behandelten Sande von Boblen, welche ich auf Grund der mir aus ihnen vorliegenden faunistischen Reste für pliocän halten zu müssen geglaubt habe, wenngleich ich gern zugebe, daß eine Auffassung dieser Schichten als miocän und als wesentlich altersgleich mit den Kalkkonglomeraten von Provista und Dedeballi das Problem wesentlich zu vereinfachen geeignet wäre. Herr Erdmannsdörffer erklärte mir, jedenfalls bisher keine Beobachtungen gemacht zu haben, welche das gegenseitige Verhältnis beider Formationen aufzuklären imstande seien.

---

[1] Vgl. Thomas English, Eocene and later formations arounding the Dardanelles. Quart. Journ. of the geol. Soc. **60**. 1904. p. 243—295.

[2] Vgl. E. Haug, Traité de Géologie. II, 2. p. 1677.

[3] Vgl. P. de Tschihatcheff, Asie mineure. Géologie. III. p. 6 und P. Fischer. Ibid. IV. Paléont. p. 268.

[4] Vgl. Das Neogen in Kleinasien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1918. p. 161.

Berichtigung früherer Angaben über den Winkel der Strahlenachsen des Amyrolins.

Von **H. Rose** in Göttingen.

Mit 1 Textfigur.

In meiner Untersuchung über die kristallographischen und optischen Eigenschaften des Amyrolins[1] war der Winkel der Strahlenachsen 2 S berechnet aus der bei F. Pockels[2] angegebenen Beziehung zwischen dem Winkel der optischen Achsen 2 V und den Brechungsquotienten β, γ:

$$\sin S = \frac{\beta}{\gamma} \sin V.$$

Sie gilt für einen Kristall vom positiven Charakter der Doppelbrechung. Da nun das Amyrolin negativen Charakter besitzt, so muß der Winkel S ermittelt werden aus der Gleichung:

$$\cos S = \frac{\beta}{\gamma} \cos V.$$

Es ergeben sich dann Werte von 2 S, die größer sind als die von 2 V, so daß die beiden Strahlenachsen nicht innerhalb, sondern außerhalb des von den beiden optischen Achsen eingeschlossenen Winkels liegen. An Stelle der in der Tabelle 3 p. 13 l. c. in der Spalte 2 S aufgeführten Werte treten die folgenden:

λ in $\mu\mu$	2 S
690,7	82° 5,6′
623,9	83 13,4
589,3	83 41,8
579,1	83 52,6
546,0	84 39,2
491,6	86 29,8
435,9	89 43,6
404,7	93 14,4

Die Kurve, welche die Abhängigkeit der Werte 2 S von der Wellenlänge in Fig. 4 p. 11 l. c. darstellt, erhält die Gestalt der umstehenden Figur.

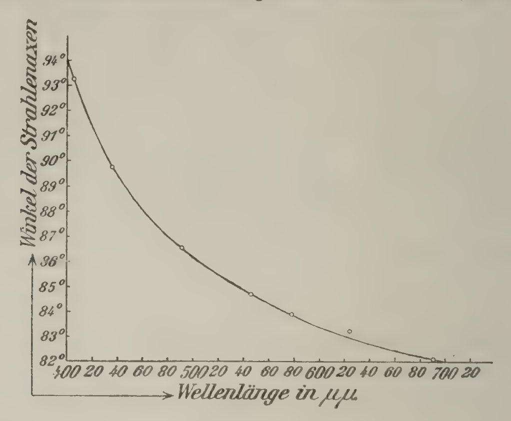
Die auf p. 9 l. c. Fig. 3 dargestellten Schnittkurven der Index-, Normalen- und Strahlenfläche mit der Ebene (010) enthalten die Strahlenachsen in der für einen negativ zweiachsigen Kristall zutreffenden Lage außerhalb des Winkels der optischen Achsen. Der Winkel, den die Strahlenachsen in der für $\lambda = 435,9\ \mu\mu$ gezeichneten Figur einschließen, beträgt 89,5° und stimmt daher gut mit dem oben berechneten von 89° 43,6′ überein.

---

[1] H. Rose, N. Jahrb. f. Min. etc. 1918. p. 1—18.

[2] F. Pockels, Lehrb. d. Kristalloptik. p. 42 u. 71. Leipzig 1906

Der Widerspruch zwischen dem p. 9 l. c. angegebenen Winkel S und seiner richtigen Darstellung in der Fig. 3 p. 9 l. c. ist mir deshalb bei der Zusammenstellung und Auswertung der vor dem



Kriege angestellten Messungen während eines kurz bemessenen Urlaubs nicht aufgefallen, weil mir am Urlaubsorte die ebenfalls schon vor dem Kriege angefertigte Zeichnung nicht vorlag [1].

Göttingen, Mineralogisches Institut, 15. XI. 1919.

Ein *Cladodus*-Fund im mitteldeutschen Devon.

Von **E. Hennig** in Tübingen.

Mit 1 Textfigur.

Aus dem Devon von Hof in Bayern, und zwar vom Teufelsberg unmittelbar nordwestlich vor der Stadt, übermittelte mir Herr Dr. Schindewolf-Marburg freundlicherweise einen kleinen Haifischzahn zur Bestimmung. Nach der Präparation, die ich Herrn Dr. Oertle verdanke, zeigte sich eine im Verhältnis sehr lange Mittelspitze, jederseits drei kleinere symmetrisch gestellte, von denen die innersten ganz winzig und fast nur noch im Abdruck erkennbar sind, während die Außenspitzen ihre nächsten Nachbarn ein wenig überragen. So ist die Gattung *Cladodus* deutlich genug gekennzeichnet. Dem Vorkommen dieses Elasmobranchiers an genannter Stelle wohnt nun einiges Interesse inne.

Der Schwerpunkt der Gattung liegt ja ganz und gar im Carbon. Neben acht carbonischen Arten beschrieb Agassiz [2] 1844 unter den

[1] An Stelle der Worte: „also schon eine schwache" auf p. 10 l. c. in der 5. Zeile von oben ist zu setzen: „noch keine".

[2] Agassiz, Poiss. fossiles. Neuchâtel 1833—43. 3. p. 196—200. Taf. 22 b.

Oldred-Fischen[1] auch eine Form, *Cladodus simplex* Ag., aus dem Petersburger Devon. Gewaltig schwoll die Zahl der Arten besonders durch Veröffentlichungen amerikanischer Forscher an. Smith-Woodward's[2] verdienstvolle Liste im Katalog des Britischen Museums führt 1889 acht in der dortigen Sammlung vertretene und nicht weniger als 45 weitere Namen an, obgleich einige durch Davis[3] aufgestellte im Jahr zuvor durch Traquair[4] bereits wieder ausgemerzt waren. Seither haben besonders Hay und Eastman abermals neue Formen beschrieben. Aber unter den weit über ein halbes Hundert betragenden Arten von *Cladodus* befinden sich nur ganz wenige sicher oder möglicherweise devonischen Alters, und das sind zumeist gerade die zuletzt durch Hay (1899)[5] und Eastman (1908)[6] bekannt gewordenen. Sie seien hier aufgezählt:

Cladodus simplex Ag. Oldred, Petersburg.
— *obtusus* Trautsch. Unt. Carbon (ob. Devon?), Toula.
— *primigenius* Trautsch. Unt. Carbon (ob. Devon?), Toula.
— *springeri* John et Worthen. Kinderhook-Formation (= Übergangsglied zwischen Devon und Carbon), Iowa (ferner im Unt. Carbon von Belgien und Rußland).
— *alternatus* John et Worthen. Kinderhook-Formation, Iowa.
— *exiguus* „ „ „ „ „
— *exilis* „ „ „ „ „
— *Wachsmuthi* „ „ „ „ „
— *succinatus* John et Worthen (= *springeri*?). Kinderhook-Formation, Iowa.
— *coniger* Hay. Chemung-beds (Chautauquan), Warren Co., Pennsylvanien, und Meadville upper shale (Waverly series), Meadville, Pennsylvanien.
— *formosus* Hay. Ouray-Kalk, Needle Mountain quadrangle, Colorado.
— *urbs ludovici* Eastman. New Albany oder Genesee black shale, Louisville/Kentucky.
— *prototypus* Eastman. Columbus-Kalk (Ulsterian), Columbus/Ohio.
— *Monroei* Eastman. Hamilton-Kalk (Erian), Milwaukee/Wisconsin.

Das sind also sechs Typen aus den Übergangsschichten vom Devon zum Carbon in Nordamerika, die aber doch unzweifelhaft

[1] Agassiz, Poiss. foss. grès rouge. 1844. p. 124. Taf. 33 Fig. 29—31.
[2] Smith-Woodward, Catal. foss. fishes British Museum. London 1889. 1. p. 16—26.
[3] Davis, Trans. Roy. Dublin Soc. 1883. **1**. p. 375. Taf. 49 u. Quart. Journ. Geol. Soc. **40**. p. 619. Taf. 27.
[4] Traquair, Notes on carboniferous selachii. Geol. Mag. 1888. p. 81—83.
[5] Hay, Amer. Naturalist. **33**. 1899. p. 783 u. Amer. Geol. 1903. **30**. p. 373.
[6] Eastman, Journ. of Geol. 1900. **8**. p. 36 u. Mem. New York State Mus. 1907. **10**. p. 61—62. Taf. I u. Devonian fishes of Yowa. Yowa geol. surv. 1908. **18**. p. 107—112.

stärkeren Anschluß nach oben zeigen als zum Devon, zwei ungefähr gleichen, aber ungewissen Alters aus Rußland, nur fünf sicher devonischen, darunter zwei (*prototypus* und *Monroei*) sogar mitteldevonischen Alters unter den nordamerikanischen Formen und ein einziger bestimmt devonischer Zahn aus Europa, dieser aber nicht aus marinen Ablagerungen. Um so bedeutsamer ist JAEKEL's [1] nur ganz allgemein gehaltene Angabe über den Fund eines „Cladodonten" aus dem marinen unteren Oberdevon von Wildungen.

Der vorliegende Fund gehört nämlich gleichfalls dem tieferen Oberdevon an. Nach der durch WEDEKIND für das Rheinische Devon aufgestellten Gliederung, die SCHINDEWOLF [2] auf Hof in Bayern übertrug, ist das Lager des Zahns als Stufe des *Cheiloceras enkebergense* (= II β) zu bezeichnen, was ein verhältnismäßig recht hohes Alter bedeutet. Zur Orientierung seien hier auch die betreffenden Formationsbezeichnungen beigefügt (s. Tabelle p. 19).

Das Oldred des Baltikums umfaßt das tiefste Oberdevon nicht voll mit. Der betreffende AGASSIZ'sche Typ wäre daher im Alter dem *Cladodus coniger* und *formosus* am ehesten gleichzusetzen. Der vorliegende Fund dagegen würde in dieser Beziehung ungefähr dem *Cl. urbs ludovici* entsprechen, gehört also zu den ältesten überhaupt bekannten Zahnresten der Gattung.

Eine Vergleichung mit den bisher bekannten Funden und Benennung kann natürlich nur unter dem Gesichtspunkt erfolgen, daß auf einzelne Zähne gegründete Speziesnamen nicht in Wirklichkeit Arten widerspiegeln können. Namengebung in solchen Fällen erscheint mir überhaupt entbehrlich, doch wird der Zustand nicht gesünder dadurch, daß sich der Einzelne außerhalb des Gebräuchlichen stellt. Es ist ja klar, daß ein Haifischrachen nicht lauter gleichartige Zähne beherbergt, und daß über die Zusammengehörigkeit verschiedener wie über die verwandtschaftlichen Trennungslinien zwischen ähnlichen Typen nur an in situ-Funden Zureichendes auszumachen wäre. Der einzige in dieser Hinsicht befriedigende europäische Fund von *Cladodus* stammt aus dem Kohlenkalk von East Kilbridge, Lanarkshire in Großbritannien. TRAQUAIR [3] beschrieb ihn als *Cladodus Neilsoni*. Die Zahngestalt und -skulptur weicht vom vorliegenden Funde durchaus ab. Vollständigere Reste hat ferner das nordamerikanische Devon (Portage beds und Cleveland shales) geliefert, die auf Grund sehr hypothetischer Deutungen (s. JAEKEL 1909) als *Cladoselache* abgetrennt wurden, aber generisch ident sein dürften.

[1] JAEKEL, Über die Beurteilung der paarigen Extremitäten. Sitz.-Ber. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1909. p. 711.

[2] SCHINDEWOLF, Über das Oberdevon von Gattendorf bei Hof a. S. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 68. 1916. Mon.-Ber. p. 30—39.

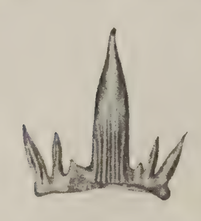
[3] Transactions of the geological society of Glasgow (Bd. XI) 1897.

		Deutschland			Nord-Amerika	
		Thüringen	Rheinisches Schiefergebirge und Sauerland		Mississippian	ob. Ouray-Kalk
Ober-Devon	oberes	Cypridinen-Schiefer	*Wocklumeria*-Stufe	*W. Denckmanni*-Zone — n. sp.-Zone	Chautauquan	unt. Ouray-Kalk Chemung beds
		Clymenien-Kalk	*Laevigata*-Stufe	*Clymenia bisulcata*-Zone *L. laevigata*-Zone — *hoevelensis*-Zone		
	unteres	Orthoceratiten-Kalk	*Platyclymenia*-Stufe	*Pl. annulata*-Zone — *protracta*-Zone	Senecan	Portage beds
		Goniatiten-Kalk	*Prolobites*-Stufe	*Pr. delphinus*-Zone *Pseudoclym. Sandbergeri*-Zone		
			Cheiloceras-Stufe	*Ch. enkebergense*-Zone — *subpartitum*-Zone		Genesee shale
		Planschwitzer Diabastuff	*Manticoceras*-Stufe	*Crickites Holzapfeli*-Zone *Manticoceras cordatum*-Zone *Gephyroceras nodulosum*-Zone *Pharciceras lunulicosta*-Zone		Tully limestone
Mittel-Devon	oberes	*Stringocephalus Burtini*-Stufe			Erian	Hamilton beds
	mittleres	*Aphyllites occultus*-Stufe				Marcellus shale
	unteres	*Calceola sandalina*-Stufe			Ulsterian	Onondaga-limestone (= ob. Helderberg group)
Unter-Devon						Shoharie-grit

Bei der Frage der „Zugehörigkeit“ ist zu trennen der Vergleich der Zahnformen und -proportionen einerseits und der Skulptur andererseits. Bei letzterer wird man im allgemeinen geringere Variabilität voraussetzen, auf sie also größeres Gewicht legen dürfen.

Da ist denn bemerkenswert, daß die Rippen an der langen Mittelspitze nur etwa bis zu halber Höhe hinaufreichen und einander recht parallel laufen. Was auf den Nebenspitzen an Skulpturlinien ausgebildet und erhalten ist, geht ersichtlich bis ans Ende der kleinen Kegel hinauf. Freibleiben der Spitze am Mittelkegel berichtet Eastman von jenem gleichaltrigen *Cladodus urbs ludovici*, doch bemerkenswerterweise ausdrücklich nur von der Rückseite des Zahns. Da in unserem Falle die eigentliche Wurzel fehlt, ist über vorn und hinten des Zahns aus der einzigen Ansicht nichts zu entnehmen.

Die Zahl der Rippen, Leisten oder Kanten ist gering. Auf der linken äußeren Zahnspitze glaubt man zwei, vielleicht auch drei Leisten bezw. Rinnen zu erblicken, sonst auf den Nebenzähnchen nur je eine kantenartige Zuschärfung oder Erhebung. Am klarsten ist die Skulptur der Mittelspitze. Hier sieht man acht Rippen. Die mittelsten und längsten treten wenigstens dem oberen Ende zu in zwei Paaren auf, außen findet sich je eine einzelne. Dazwischen findet sich nur auf einer Seite eine in der Länge vermittelnde, die gegen das Oberende gespalten erscheint, bezw. von einer kurzen Schaltrippe begleitet wird, so daß auch hier der Eindruck eines Paares entsteht. Von innen nach außen nimmt die Länge also schnell ab, und zwar zumeist auch innerhalb der Paare. Ganz leicht schwenken wenigstens die Oberenden nach außen ab, wodurch die Verkürzung sich infolge Raummangels noch beschleunigt.



Cl. elongatus n. sp.[1], unteres Ober-Devon, Teufelsberg bei Hof, Bayern. (Vergr. 4 : 1.)

Die Zahl der Spitzen muß innerhalb eines Gebisses natürlich am stärksten gewechselt haben. Tatsächlich sind ja auch Stücke mit nur einer Spitze beschrieben worden. Der älteste Vertreter, *Cl. prototypus*, scheint mir mit fünf Paaren Nebenspitzen die reichste Entwicklung in dieser Beziehung zu zeigen. Wenigstens ergibt sich diese Zahl aus der Abbildung, und die Angabe im Text „fewer lateral cones“ gegenüber *Cl. striatus*, betreffs dessen auch bei Agassiz nur die Tafelwiedergaben Aufschluß geben, ist mir ohne weitere Erläuterung nicht verständlich.

Beachtet man die Gesamtkombination von Skulptur, Zahl der Nebenspitzen, sowie die Proportionen und Form der Einzelzähnchen,

[1] Das Original wurde von Herrn Dr. Schindewolf liebenswürdigerweise der Tübinger Universitäts-Sammlung als Geschenk überlassen.

so ist unter den bisher beschriebenen Typen keiner, dessen Name auf den vorliegenden leichten Gewissens übertragen werden könnte, ja kaum einer, der als näherstehend bezeichnet zu werden verdiente. Unter diesen Umständen ist eine Neubenennung am Platze: ich schlage die Bezeichnung *Cl. elongatus* vor, um die gegenüber den Nebenspitzchen lang und schmal ausgezogene Gestalt der Mittelspitze hervorzuheben. Diese Länge beträgt 5 mm, während die Breite der ganzen Zahnbasis nur 4 mm mißt, die äußeren, also größten Nebenzähnchen aber nur 1½ bis höchstens 2 mm lang sind.

Untersilurische Graptolithenformen *(Glossograptus, Dicranograptus, Dictyonema)* im Ostthüringer Mittel- und Obersilur.

Von **Rudolf Hundt** in Klosterfelde bei Berlin.

Mit 1 Textfigur.

Das Thüringer Mittel- und Obersilur allein enthält nach unserer bisherigen Kenntnis Graptolithen. Im Untersilur haben sich nur ganz vereinzelt und dann dazu noch unvollkommene Graptolithen gezeigt. Es ist darum äußerst bemerkenswert, daß sich in den höheren, an Graptolithen so reichen Mittel- und Obersilurschichten Ostthüringens untersilurische Graptolithenformen nachweisen ließen.

Als erster machte 1875 Richter (1) auf einen *Dicranograptus posthumus* Richt. aufmerksam, den er a. a. O. auf Taf. VIII abbildet. Er beschreibt ihn aus dem „mittleren Teil des Horizontes", d. h. des Mittelsilur. O. Herrmann (2) schreibt über den Richter'schen Fund in seiner Veröffentlichung über die Graptolithenfamilie Dichograptidae Lapw. im Jahre 1885: „Die hier (bei Richter) berichtete Assoziation von Graptolithenarten ist jedoch äußerst auffallend, da bisher keine zweiästigen Formen mit echten Monograptiden zusammen gefunden worden sind. Es verdient deshalb dieser Fall die größte Beachtung und bedarf der weiteren Untersuchung" (a. a. O. p. 20).

Ich kenne die Richter'schen Originale in der Sammlung der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin und habe mich überzeugen können, daß der Fund Richter's in Ordnung ist; d. h., er liegt mit den Graptolithen zusammen, mit denen auch mein Fund eines *Dicranograptus* in der Steinacher Ockergrube sich zusammen vorkommend zeigte. Nun gibt Richter in seiner obengenannten Veröffentlichung Creunitz bei Gräfenthal als Fundort an, während mein Fund aus der Steinacher Ockergrube bei Steinach stammt. Merkwürdig ist es, daß das Originaletikett

in Berlin „oberen Graptolithen-Horizont" angibt. Die erst nachträglich, in den Jahren 1901—02, von ROB. EISEL vorgenommene Bestimmung der diesen *Dicranograptus* scheinbar begleitenden Monograpten hat zweifelsfrei oberstes Obersilur, also Zone 20, ergeben, in der sich auch mein *Dicranograptus thuringicus* HDT. in Steinach fand. In der RICHTER'schen Veröffentlichung werden als Begleitgraptolithen Formen angeführt, die in den Zonen 15—20 zu Hause sind. Doch ist es in eingeweihten Kreisen bekannt (3), daß RICHTER hinsichtlich der Etikettenfrage etwas nachlässig gewesen ist und es bleibt die Frage offen, ob nicht Graptolithen verschiedener Horizonte und vielleicht sogar verschiedener Fundorte sich in dem Kästchen der Preußischen Geologischen Landesanstalt vereinigen. Sicher ist nur, daß auch der RICHTER'sche *D. posthumus* RICHT. nicht dem Ostthüringer Mittelsilur, sondern dem Obersilur (Zone 20) entstammt, in dem auch mein *D. thuringicus* HDT. zu Hause ist. Abbildung und Diagnose dieser neuen Art werden in einer demnächst erscheinenden Abhandlung „Beiträge zur Graptolithenfauna Deutschlands" gegeben werden. *Dicranograptus* war bis jetzt nur im außerdeutschen Untersilur nachgewiesen.

Als neuen, dritten Fund einer bis jetzt in der deutschen Graptolithenfauna noch nicht bekannten Form konnte ich im Jahre 1914 (4) auf *Dictyonema retiforme?* HALL aufmerksam machen. Diese Dendroidee fand sich am Klosterhammer bei Saalburg an der Saale im typischen Obersilur, das als solches durch die Begleitfauna zweifelsfrei nachgewiesen worden ist. In Nordamerika zeigt sie sich in tieferen Schichten vom Cambrium an aufwärts, (nach RUEDEMANN) bis in die Rochester Schiefer des Obersilurs. Die Hauptverbreitung finden die Dictyonemen ebenfalls im Untersilur und es ist bemerkenswert, daß im Obersilur Ostthüringens, also in höheren Schichten wie in Nordamerika, *D. retiforme?* HALL auftritt.

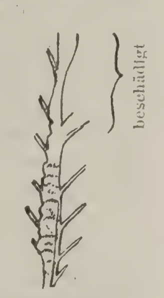
Als vierten, neuen Fund untersilurischer Graptolithenformen will ich nachfolgend neu beschreiben:

Glossograptus posthumus n. sp. (siehe Abbildung).

Den neuen Fund verdanke ich Herrn Lehrer WINKLER in Ronneburg, der ihn im LANGLOTZ'schen Fabrikhofe, jetzt Radfabrik von HERING, in Ronneburg S.-A. machte. An einer Wand stehen die LAPWORTH'schen Zonen 10—16 (Llandovery-Tarannon) an. Der *Glossograptus posthumus* stammt aus Zone 12 b, bestimmt nach einem auf der Rückseite des Stückes vorhandenen *Monograptus communis* LAPW., der in Zone 12 b zu Hause ist.

Nicht das ganze Polyparium ist erhalten, sondern nur 34,5 mm davon. Nach der distalen und proximalen Seite hin ist es nicht vollständig. Leider ist es durch eine nachträgliche Beschädigung auch noch im erhaltenen Teil etwas undeutlich geworden. Die

größte Breite des Polypariums ohne die Fortsätze beträgt 2,5 mm. Ungefähr in einem gleichbleibenden Zwischenraum von 3 mm zeigen sich an der dorsalen wie an der ventralen Seite stachelähnliche Gebilde, die sich an der Abzweigungsstelle noch eng an das Polyparium anlegen. Diese stachelähnlichen Gebilde sind verschieden lang erhalten und scheinen hohl gewesen zu sein. Auf der dorsalen Seite sind fünf, auf der ventralen Seite sechs solcher Gebilde erhalten. In ihrer gegenseitigen Lage ist keine Gesetzmäßigkeit zu beobachten. Im distalen Teile ist auf der dorsalen Seite die Virgula recht deutlich erhalten, während die ventrale Seite die Theken erkennen läßt.



Glossograptus posthumus n. sp. Zone 12 b (Mittelsilur). Llandovery Ronneburg, S.-A. (Natürl. Größe.)

Dieser *Glossograptus posthumus* n. sp. ist der erste *Glossograptus* aus dem deutschen Mittelsilur (Llandovery = middle Birkhill). Er hat große Ähnlichkeit mit *Gl. Hincksi* Hopk., den Hadding im Jahre 1915 (5) (Taf. 5 Fig. 1—7) abbildet. Er vereinigt die Glossograptidae mit den Lonchograptidae, Cryptograptidae, Nanograptidae zur Familie der Cryptograptidae, indem er die Lasiograptidae und Diplograptidae abzweigt. Elles und Wood lassen sie als eigene Familie Glossograptidae bestehen (zusammen mit *Retiograptus*, *Lasiograptus*, *Hallograptus*, *Thysanograptus*, *Nymphograptus*, *Neurograptus*). Nach Elles und Wood (6) kommt ein Vertreter der Glossograptidae, *Nymphograptus velatus* E. et W. bis ins obere Hartfell (Caradoc), Zone 15 nach Elles und Wood, Zone 9 nach Lapworth vor. Unser *Glossograptus posthumus* zeigt sich in der Lapworth'schen Zone 12 b. Ruedemann (7) stellt die Glossograptidae zu den Diplograptidae. Nach ihm (Synoptic table of the range of the Graptolites genera of the United States) kommen sie im Champlainic vor in den Schichten von Chazy (Zone des *Dipl. dentatus*), im Black River Trenton (Zone des *Nemogr. gracilis*, Zone des *Dipl. amplexicaulis*), im Utica (Zone des *Glossograptus quadrimucronatus*), im Lorraine (Zone des *Dipl. peosta*).

Wir haben gesehen, daß im Ostthüringer Mittel- und Obersilur an den verschiedensten Fundpunkten typische untersilurische Graptolithenformen nachgewiesen worden sind. Diese bedeuten nicht nur für das Mittel- und Obersilur Thüringens eine Seltenheit, sondern bis jetzt ist mir nirgends in Europa aus dem unteren Obersilur = thüringisches Mittelsilur und dem obersten Obersilur eine untersilurische Graptolithenform bekannt geworden. Daß es sich in jedem Falle entweder um Mittel- oder Obersilur handelt, dafür bürgt die sicher bestimmbar gewesene Begleitfauna an Graptolithen.

Die untersilurischen Formen sind:

1. *Dicranograptus posthumus* RICHTER von Creunitz (nach RICHTER Mittelsilur, nach EISEL Zone 20).
2. *Dicranograptus thuringicus* HUNDT von Steinach, Zone 20 (Obersilur).
3. *Dictyonema retiforme?* HALL vom Klosterhammer bei Saalburg a. d. Saale, Zone 20 (Obersilur).
4. *Glossograptus posthumus* HUNDT von Ronneburg, Zone 12 b (Mittelsilur).

Literatur.

1. RICHTER, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1875. S. 267. Taf. VIII.
2. HERRMANN, O., Die Graptolithenfamilie Dichograptidae LAPW., mit besonderer Berücksichtigung von Arten aus dem norwegischen Silur. Kristiania 1885.
3. ZIMMERMANN, Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen. Lief. 40. Blatt Saalfeld a. d. Saale. Berlin 1914. S. 13.
4. HUNDT, Zweiter Nachtrag zu meiner Graptolithenfauna. 55./56. Jahresbericht d. Ges. v. Freunden d. Naturwiss. in Gera.
5. HADDING, Om *Glossograptus*, *Cryptograptus* och tvenne dem närstående Graptolitsläkten. Geol. Fören. i. Stockholm Förhandl. 1915. p. 303—336. Taf. 5, 6.
6. ELLES and WOOD, A Monograph of British Graptolites. London 1914.
7. RUEDEMANN, Graptolites of New York. Part I u. II. Albany 1904, 1908.

Nachtrag: Während der Korrektur erschien von E. KIRSTE eine Arbeit über „Die Graptolithen des Altenburger Ostkreises“ (Mitteil. a. d. Osterlande, herausgegeb. v. d. Naturf. Gesellsch. d. Osterlandes. N. Folge. 16. Bd.), in ihr wird p. 112 eine *Dicellograptus* sp. aus Zone 11 vom Johannisberge bei Ronneburg und aus Zone 15 aus der Paitzdorfer Schuttgrube bei Ronneburg erwähnt. Auf p. 222 führt KIRSTE eine *Didymograptus* sp. aus Zone 15 der Paitzdorfer Schuttgrube bei Ronneburg an, die er folgendermaßen beschreibt: „Von einem gemeinsamen Stiel (gemeint ist wohl die Sicula! d. Verf.) laufen in einem sehr gestreckten Winkel nach beiden Seiten Zweige.“ Es ist sehr zu bedauern, daß KIRSTE seine untersilurischen Graptolithenformen nicht abgebildet hat, obgleich ihm reichlich Raum zur Verfügung stand.

Über die Stärke der bei höherem Druck hergestellten wäßrigen Kohlensäure.

(Aus dem Telegraphen-Versuchsamt.)

Von **Otto Hähnel** in Berlin.

Mit 1 Textfigur.

Die unterirdischen Telegraphen- und Fernsprechkabel, welche die Oberleitungen in immer ausgedehnterem Maße verdrängen, haben sich bisher durchaus nicht als so widerstandsfähig erwiesen, wie früher allgemein angenommen worden ist. Es sind Fälle bekannt geworden, in denen der Bleimantel eines Kabels schon nach vier Wochen zerfressen und das Kabel infolgedessen unbrauchbar geworden ist. Verschiedentlich konnten abirrende, elektrische Ströme als Ursache der Zerstörung festgestellt werden; in vielen anderen Fällen aber waren solche Ströme vollständig ausgeschlossen. Die äußeren Umstände sowie das Vorkommen von Bleicarbonat an den zerstörten Stellen des Kabelmantels wiesen vielmehr darauf hin, daß freie Kohlensäure ein wesentlicher Faktor, wenn nicht gar die alleinige Ursache der Zerstörung gewesen ist. Man ist leicht geneigt, der Kohlensäure die Fähigkeit zu so gründlichen Zersetzungen von vornherein abzusprechen; denn die in der chemischen Literatur verzeichneten Angaben über die Stärke der wäßrigen Kohlensäure stimmen fast alle darin überein, daß die Lösung von Kohlendioxyd in Wasser die Eigenschaft einer nur sehr schwachen Säure hat. Kohlensäure soll danach nur sehr wenig dissoziiert und nicht unerheblich schwächer als Essigsäure sein.

Diese Angaben stehen allerdings im Gegensatz zu der an die Wirkung starker Säuren erinnernden Fähigkeit der bei höheren Drucken hergestellten, konzentrierten, wäßrigen Kohlensäure, Metalle wie Zink, Eisen, Magnesium, z. T. unter Wasserstoffentwicklung aufzulösen. Auch die stark zersetzende Wirkung, welche die Kohlensäure nach Stremme[1], Endell[2] und dem Verfasser[3] auf die schwer zersetzlichen Feldspäte und feldspathaltigen Gesteine ausübt, ist schwer mit diesen Angaben in Einklang zu bringen. Aus dem Feldspat werden durch Kohlensäure die an Kieselsäure festgebundenen Alkalien, der Kalk und das zweiwertige Eisen herausgelöst, während das zurückbleibende Aluminiumoxyd und die Kieselsäure sich unter Wasseraufnahme zu Kaolinit verbinden. Die angeblich geringe Stärke der Kohlensäure erscheint um so bemerkenswerter, als die Kohlensäure nächst der Kieselsäure die einzige in der Natur weitverbreitete und in größeren Mengen auftretende freie

[1] Fortschritte der Mineralogie, Krist. u. Petrogr. 2. 117. 1912.

[2] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXI. 1. 1910.

[3] Journ. f. prakt. Chemie. N. F. 78. 280. 1908.

Säure ist, die zur Erklärung der chemischen Zersetzung bezw. der Neubildung von Gesteinen herangezogen werden kann.

Die bisher vorliegenden Angaben über die Konzentration der unter höherem Druck gesättigten Lösungen von Kohlendioxyd in Wasser sowohl wie die Angaben über die elektrolytische Leitfähigkeit solcher bei höherem Druck mit Kohlendioxyd gesättigten wäßrigen Lösungen, die ja ein Maß für die Stärke der Säure abgeben, sind unvollständig. Es lag daher im Interesse nicht nur der chemischen, sondern besonders auch der geologischen Forschung, diese Angaben nachzuprüfen bezw. zu ergänzen.

Löslichkeit von Kohlendioxyd in Wasser.

Über die Löslichkeit des Kohlendioxyds in Wasser bei Drucken oberhalb einer Atmosphäre sind im Jahre 1867 von Khanikof und Louguinine [1] und 1883 von S. v. Wroblewski [2] Untersuchungen ausgeführt worden. Die Untersuchungsergebnisse der beiden ersteren sind ziemlich wertlos, da sie sich nur auf Drucke unterhalb vier Atmosphären beziehen. Dagegen geben die von v. Wroblewski bei 0° und 12,43° C ausgeführten Bestimmungen verhältnismäßig guten Aufschluß über die Löslichkeit des Kohlendioxyds in Wasser bei höheren Drucken. Aber auch sie sind unzureichend, da sie sich nur auf Drucke bis zu 30 Atm. beschränken. Die Wroblewski'sche Methode ist sehr zeitraubend und mühselig. Sie besteht darin, daß in einer Eudiometerröhre eine Wassermenge von 0,07 bezw. 0,14 cm³ mit 31,5242 cm³ bezw. 33,0409 cm³ CO_2 zusammengebracht und die Menge des nach dem Schütteln der Eudiometerröhre (500 Schwingungen) vom Wasser nicht absorbierten CO_2-Gases bestimmt wird. Wroblewski hebt selbst hervor, daß seiner Methode viele Mängel anhaften. So sind z. B. nur die Resultate zuverlässig, welche erhalten werden, wenn die Versuche mit einer und derselben Flüssigkeitsmenge bei den niedrigsten Drucken angefangen und bis zu den höchsten fortgeführt, nachher in umgekehrter Ordnung wiederholt, dieselben Absorptionszahlen liefern. Nimmt man zum Versuch eine wesentlich größere Wassermenge als die oben angegebene, so dauert der Versuch außerordentlich lange, und es besteht nach Wroblewski die Gefahr, daß die Flüssigkeit übersättigt wird. Ist die Flüssigkeitsmenge dagegen zu klein, so werden die Versuchsfehler sehr groß.

Den Löslichkeitsbestimmungen der vorliegenden Arbeit ist daher ein anderes Verfahren zugrunde gelegt worden. In einem etwa 1½ l fassenden Autoklaven wurde eine größere Wassermenge mit Kohlendioxyd gesättigt. Dieser wäßrigen Kohlensäure wurden für jeden Versuch etwa 75—100 cm³ Flüssigkeit entnommen, nachdem zuvor der Druck, unter dem die Kohlensäure stand, gemessen

---

[1] Khanikof et Louguinine, Ann. d. chim. et de phys. **11**. 412. 1867.

[2] S. v. Wroblewski, Ann. d. Phys. u. Chem. **18**. 290. 1883.

worden war. Nach der Entnahme unter Atmosphärendruck gebracht, gab die bei höherem Druck gesättigte, wäßrige Kohlensäure ihren Überschuß an Kohlendioxyd ab, der im Eudiometer aufgefangen und direkt gemessen wurde. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

P	S_0	S_{12}	S_{15}	S_0/P	S_{12}/P	S_{15}/P	C_0	C_{12}	C_{15}
1	1,80	1,09	1,00	1,800	1,086	1,000	0,35	0,21	0,20
5	8,71	5,15	4.59	1,742	1,030	0,920	1,71	1,01	0,90
10	15.89	9,65	8.39	1,589	0,965	0,839	3,12	1,90	1,65
15	21,82	13,63	11,85	1,455	0,909	0,790	4,28	2,68	2,33
20	26,53	17,11	15,21	1.326	0,855	0,761	5,21	3,36	2,99
25	30.46	20,34	17,64	1,218	0,812	0,756	5,98	3,99	3,47
30	33.65	23,25	20,31	1,122	0,775	0,677	6,61	4.57	3,99
35	36,73	—	22,52	1,050	—	0,643	7,21	—	4,42
38	37,87	—	—	0,997	—	—	7,44	—	—
40	—	—	24,44	—	—	0,611	—	—	4,79
45	—	—	25,59	—	—	0,569	—	—	5,03
50	—	—	27,06	—	—	0,541	—	—	5,31
52	—	—	27,67	—	—	0,532	—	—	5,44

Der Übersichtlichkeit wegen sind die von v. Wroblewski für die Löslichkeit des Kohlendioxydes in Wasser bei 12,43° C ermittelten Werte in die Tabelle mitaufgenommen. In der Tabelle bedeuten P den Druck in Atmosphären, S_0, S_{12} und S_{15} die Sättigungskoeffizienten bei 0°, 12,43° und 15° C, das sind die von einem Volumen Wasser aufgenommenen Volumina Kohlendioxyd, bezogen auf 0° C und 760 mm, und C_0, C_{12} und C_{15} die Konzentrationen der wäßrigen Kohlensäure in Gewichtsprozenten.

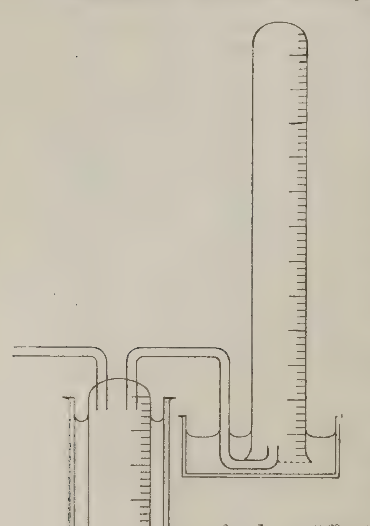
Die in der Tabelle für einen Druck von einer Atmosphäre angegebenen Werte entstammen den Angaben Bunsen's. Khanikof und Louguinine hatten gefunden, daß bei gleichbleibender Temperatur der Sättigungskoeffizient etwas schneller wächst als der Druck. Wroblewski war dagegen zu dem Ergebnis gelangt, daß bei konstant bleibender Temperatur der Sättigungskoeffizient bei weitem langsamer zunimmt als der Druck und sich einem Grenzwert nähert. Wie die vorliegende Arbeit ergeben hat, wächst in der Tat der Sättigungskoeffizient langsamer als der Druck.

Das Verhältnis von Sättigungskoeffizient zu Druck wird mit steigendem Druck immer kleiner. Und zwar nimmt der Wert dieses Verhältnisses (S/P) bei konstant bleibender Temperatur von 15° C mit der Steigerung des Druckes von 1 auf 52 Atm. (Verflüssigungsdruck) ab, von 1 auf 0,532; bei 0° geht er, bei einer Drucksteigerung von 1 auf 38 Atm. (Verflüssigungsdruck) zurück von

1,8 auf 0,997. Das HENRY'sche Gesetz, nach welchem die Menge des absorbierten Gases dem Drucke proportional ist, hat also für Wasser und Kohlendioxyd keine Gültigkeit.

Apparatur und Arbeitsweise.

Die obigen Löslichkeitsbestimmungen wurden in folgender Weise ausgeführt. In einem etwa 1½ l Rauminhalt messenden Autoklaven, der innen mit Glas ausgekleidet war, wurde 1 l destilliertes Wasser mit Kohlensäure unter Druck gesättigt. Es geschah dies durch Hinüberleiten von Kohlendioxyd aus einer angeschlossenen Kohlensäure-Bombe in den Autoklaven vermittels eines durch seinen Deckel hindurchgehenden und bis auf seinen Boden hinabreichenden Kupferrohres. Die verdrängte Luft fand durch ein zweites, kürzeres Rohr im Deckel des Autoklaven Abzug ins Freie. Die Verbindung zwischen Stahlzylinder und Autoklav blieb etwa 6 Stunden bestehen, während welcher Zeit der Autoklav mehrmals geschüttelt wurde, um das darin befindliche Wasser mit dem Kohlendioxyd der besseren Lösung wegen in innige Berührung zu bringen.



Nach vollständiger Absorption wurde die Kohlendioxydflasche abgenommen und das Ventil des Autoklaven, das sich am äußeren Ende des bis auf den Boden des Autoklaven hinabführenden Rohres befand, geöffnet, bis Wasser herausströmte, und darauf wieder geschlossen. Alsdann wurde an das Ventil die durch nebenstehende Figur zur Darstellung gebrachte Glasapparatur angeschlossen. Beim abermaligen Öffnen und Schließen des Ventiles strömte eine gewisse Menge wäßriger Kohlensäure in den graduierten Glaszylinder a. Das von der wäßrigen Kohlensäure abgegebene Volumen gasförmigen Kohlendioxyds — in a gelangte die Kohlensäure unter Atmosphärendruck —, wurde im Zylinder b über Wasser, das bei 15° mit Kohlendioxyd gesättigt war, aufgefangen. Die gesamte Apparatur wurde während des Versuches konstant bei 15° C gehalten. Nachdem die im Zylinder a befindliche Flüssigkeit zwecks Abgabe von Kohlendioxyd geschüttelt worden war, wurde die Apparatur eine Stunde stehen gelassen und danach die Menge Wasser in a und die Menge des in b aufgefangenen Kohlendioxydgases bestimmt. b + a ergab dann das von a ccm Wasser bei dem Versuchsdruck aufgenommene Volumen Kohlendioxydgas; das von a ccm Wasser im Glaszylinder a festgehaltene Volumen Kohlendioxyd beträgt bekanntlich bei 15° und 1 Atm. Druck a ccm.

Elektrolytische Leitfähigkeit der wäßrigen Kohlensäure.

Die Stärke, d. h. die elektrolytische Dissoziation der Säuren entspricht ungefähr ihrer Leitfähigkeit in äquivalenten Konzentrationen. Über die Leitfähigkeit der Kohlensäure verschiedener Konzentrationen, d. h. der bei verschiedenen Drucken mit Kohlendioxyd gesättigten, wäßrigen Lösungen, sind im Jahre 1884 von E. PFEIFFER[1] Untersuchungen ausgeführt worden. PFEIFFER hat nur die Ergebnisse von Leitfähigkeitsbestimmungen an wäßrigen Kohlensäurelösungen unter Drucken zwischen 1 und 16 Atm. bei 0° C, bezw. zwischen 1 und 25 Atm. bei 12,43° C veröffentlicht. Er gibt zwar an, im Besitze von Zahlen zu sein, die sich auf höhere Drucke beziehen, beschränkt sich aber in dieser Veröffentlichung auf die angegebenen, da den übrigen gewisse Unsicherheiten anhaften. Nach den WROBLEWSKI'schen Angaben bildet sich nämlich unter einem Druck von 25—30 Atm. bei plötzlicher Expansion das feste Hydrat $CO_2 + 8 H_2O$. Die Bildung dieses Hydrates war nach PFEIFFER die Ursache für die Unsicherheit der von ihm für Drucke oberhalb 16 bezw. 25 Atm. gefundenen Werte. In der vorliegenden Arbeit sind Löslichkeitsbestimmungen an wäßriger Kohlensäure aller Konzentrationen, wie sie bei 0° und 15° C unter allen zwischen 1 Atm. und den bezüglichen Verflüssigungsdrucken (38 Atm. bezw. 52 Atm.) liegenden Drucken beständig sind, ausgeführt worden. Bei diesen Bestimmungen sind keine störenden Einflüsse von der Art wie bei den PFEIFFER'schen beobachtet worden, und es ist durch sie bewiesen, daß die Löslichkeitskurve des Kohlendioxyds in Wasser bis zum Verflüssigungsdruck stetig verläuft und kein Maximum besitzt, wie vielfach angenommen wurde. Die Meßmethode war die bekannte nach KOHLRAUSCH bezw. WHEATSTONE mit Telephon und Rollbrücke. Das Meßgefäß stand während der Versuche im Autoklaven, durch dessen Deckel zwei isolierte Leitungen geführt waren. Der Autoklav selbst stand im Thermostaten.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. In der Tabelle bedeutet P den Druck, C die Konzentration der Kohlensäure und λ die Leitfähigkeit, bezogen auf die Einheit $cm^{-1} Ohm^{-1}$.

Nach diesen Ergebnissen müßte die Kohlensäure allerdings zu den schwächsten bekannten Säuren gerechnet werden. Eine 2,99%ige Kohlensäure, wie sie bei 15° C unter 20 Atm. beständig ist, besitzt nur eine etwa halb so große elektrische Leitfähigkeit wie 0,3%ige Essigsäure, deren Leitfähigkeit genau $3,18 . 10^{4}$ beträgt. Die eingangs erwähnten, an die starken Mineralsäuren erinnernden Eigenschaften der wäßrigen Kohlensäure finden also zunächst keine Erklärung. Trotz der entgegenstehenden Ergebnisse der physikalisch-chemischen Forschung ist von einigen geologisch arbeitenden Chemikern dennoch seit längerer Zeit die Ansicht ver-

[1] Ann. d. Phys. u. Chem. **23**. 643. 1884.

Tabelle 2.

P	C_0	$10^4 \lambda_0$	C_{15}	$10^4 \lambda_{15}$
1	0,35	0,140	0,20	0,4055
5	1,71	0,667	0,90	0,789
10	3,12	0,919	1,65	1,088
15	4,28	1,063	2,33	1.339
20	5,21	1,186	2,99	1.515
25	5,98	1,250	3,47	1,678
30	6,61	1,282	3,99	1,764
35	7,21	1,318	4,42	1,831
38	7,44	1,326	—	1,882
40	—	—	4,79	1,911
45	—	—	5,03	1,940
50	—	—	5,31	1,971
52	—	—	5,44	1,983

treten worden, daß die Kohlensäure sehr wohl eine starke Säure sei, daß sie aber schwach erschiene, weil von dem im Wasser gelösten Kohlendioxyd nur ein kleiner Teil hydratisiert, d. h. als H_2CO_3 vorhanden sei. Diese bisher ganz willkürlich gemachte Annahme hat durch die Ergebnisse neuerer physikalisch-chemischer Forschungen ihre Berechtigung erlangt.

Neutralisiert man Kohlensäure mit Lauge, so bildet zunächst nur ein geringer Betrag der Kohlensäure mit der Lauge Carbonat, und erst, wenn alles hydratisiertes Kohlendioxyd verbraucht ist, kann sich neues Kohlendioxyd hydratisieren und mit einer weiteren Menge Lauge reagieren. Diese beiden Vorgänge konnten bisher nur deshalb nicht voneinander getrennt verfolgt werden, weil die Nachhydratation ziemlich schnell verläuft. Durch Auffindung einiger die Nachhydratation verlangsamender Reagenzien — es sind dies Stoffe aus der Klasse der Phenole — ist es Thiel[1] und Strohecker[2] gelungen, in einer 0,0085 m. n., d. h. 0,038 %igen Kohlendioxydlösung den bei 4° C vorhandenen Betrag an hydratisierter Kohlensäure zu bestimmen. Nur 0,56 % der gesamten Kohlendioxydmenge wurden als H_2CO_3 vorgefunden, der ganze übrige Teil, also 99,44 % war als freies Anhydrid gelöst.

Nimmt man nun an, daß das Verhältnis der hydratisierten Menge Kohlensäure zur Gesamtmenge des gelösten Kohlendioxyds auch in konzentrierteren Lösungen, also unter höheren Drucken, das gleiche ist wie in der 0,0085 m. n.-Lösung, nämlich 0,56 : 100 — es ist dies allerdings noch experimentell nachzuprüfen —, so

[1] Chem. Ber. **47**. 945. (1914.)
[2] Inaug.-Diss. Marburg 1916.

ergeben sich aus den obigen für die Leitfähigkeit ermittelten Werte die Leitfähigkeiten bezogen auf hydratisierte Kohlensäure, indem in der Tabelle 2 für die unter C_0 und C_{15} angegebenen Konzentrationen die 200sten Teile eingesetzt werden. Die so berichtigte Tabelle zeigt, daß die Kohlensäure eine sehr viel stärkere Säure ist, als es den Anschein hat. Um sie mit anderen Säuren vergleichen zu können, sind in der Tabelle 3 die elektrolytischen Leitvermögen wäßriger Kohlendioxydlösungen, wie sie unter 1 Atm., 25 Atm. und 52 Atm. (bei 15° C) beständig sind, unter Zugrundelegung ihres Prozentgehaltes an hydratisierter Kohlensäure mit einigen, den Tabellen von LANDOLT-BÖRNSTEIN entnommenen Angaben über das elektrische Leitvermögen von verd. Essigsäure, verd. Ameisensäure und verd. Schwefelsäure zusammengestellt.

Tabelle 3.

Druck in Atm.	Prozentgehalt	Leitvermögen der Kohlensäure $10^4 . \lambda_{15}$	Leitvermögen der Essigsäure $10^4 . \lambda_{18}$	Leitvermögen der Ameisensäure $10^4 . \lambda_{18}$	Leitvermögen der Schwefelsäure $10^4 . \lambda_{18}$
1	0,001	0,40	—	—	—
25	0,017	1,68	—	—	—
52	0,027	1,98	—	—	—
1	0,30	—	3,18	—	—
1	4,94	—	—	55,0	—
1	5,00	—	—	—	2085,0

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, ist der Gehalt an hydratisierter Kohlensäure in einer unter dem höchsten, überhaupt möglichen Kohlensäuredruck hergestellten, wäßrigen Lösung (52 Atm. bei 15° C) nur sehr gering, er beträgt 0,027 %. Die elektrolytische Leitfähigkeit einer solchen Lösung, bezogen auf den Gehalt an hydratisierter Kohlensäure, ist aber verhältnismäßig groß. Sie beträgt $1,98 . 10^4$. Damit übertrifft die hydratisierte Kohlensäure an Leitfähigkeit die Ameisensäure gleicher Konzentration nicht unbeträchtlich.

Die Dissoziationskonstante der wäßrigen Kohlensäure.

Die Stärke einer Säure wird bekanntlich durch die Dissoziationskonstante K angegeben, das ist das Verhältnis der Anionen- und Kationenkonzentration einerseits zur Konzentration der ungespaltenen Moleküle andererseits. In der wäßrigen Kohlensäurelösung bilden nun sowohl die elektrisch indifferenten CO_2-Moleküle wie die H_2CO_3-Moleküle den ungespaltenen Anteil. Beide verhalten sich ganz gleich. Bei der Aufstellung der Dissoziationskonstante darf

nun aber nur die Menge der vorhandenen H_2CO_3-Moleküle berücksichtigt werden, nicht aber auch die der CO_2-Moleküle, wie es Walker und Cormack[1] und Michaelis und Rona[2] getan haben. Die ersteren fanden für K $3{,}04 \cdot 10^{-7}$, die letzteren $4{,}4 \cdot 10^{-7}$. Es ist das Verdienst Thiel's und Strohecker's, den Fehler in der Berechnung von K zuerst erkannt und die wahre Dissoziationskonstante ermittelt zu haben. Nach ihnen besitzt die Dissoziationskonstante den Wert $4{,}4 \cdot 10^{-4}$, und 91 % der gesamten hydratisierten Kohlensäuremoleküle sind in Ionen gespalten. Angeregt durch die Thiel'sche Arbeit hat L. Pusch[3] die Dissoziationskonstante der Kohlensäure mit Hilfe des sog. Reststromes[4] bestimmt. Hierbei hat sich für K ein noch größerer Wert ergeben, nämlich $7{,}42 \cdot 10^{-4}$. Zu diesem Resultat bemerkt Thiel in seiner letzten diesen Gegenstand behandelnden Abhandlung[5], daß diese Größe aller Wahrscheinlichkeit nach auch nur einen unteren Grenzwert darstellt. Die Kohlensäure besitzt also eine Dissoziationskonstante, die um mehr als 1000mal größer ist, als man bisher angenommen hat. Sie ist somit als mindestens doppelt so stark wie die Ameisensäure anzusehen.

Der Kohlensäure darf nach den vorstehenden Ausführungen mit voller Berechtigung die Befähigung zu so durchgreifenden Zersetzungen von Gesteinen zuerkannt werden, wie sie ihr von einem Teil der Geologen bereits seit längerer Zeit, allerdings ohne genügende theoretische Begründung, zugeschrieben worden sind. Diese Feststellung ist nicht nur für die Zersetzung und den Aufbau von Gesteinen, also für die Geologie und Petrographie, von Wichtigkeit, sondern auch für die Technik, insofern sie einen Schluß zuläßt auf die Lebensdauer von Anlagen, die in das Erdreich hineingebaut und dauernd dem zerstörenden Einfluß von kohlensäurehaltigen Wässern ausgesetzt sind, wie z. B. die Telegraphen- und Fernsprechkabel.

Berlin-Lichterfelde, den 26. Juli 1919.

[1] Journ. Chem. Soc. London. **77**. 13. 1900.
[2] Bioch. Zeitschr. **67**. 182. 1914.
[3] Zeitschr. f. Elektrochem. **22**. 206/293. 1916.
[4] Zeitschr. f. phys. Chem. **53**. 235. 1905.
[5] Zeitschr. f. Elektrochem. **22**. 423. 1916.

Personalia.

Gestorben: Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. **W. Voigt** in Göttingen am 13. Dezember 1919.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Basalte der Blauen Kuppe bei Eschwege und benachbarter Vorkommen und ihren Cristobalit.

Von **Paul Ramdohr** in Göttingen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Südlich und südwestlich von Eschwege an der Werra liegen drei altbekannte Basaltvorkommen: Die Blaue Kuppe, der Rosenbühl und der Alpstein bei Sontra. Bei allen dreien hat der Basalt den unteren Buntsandstein durchbrochen und in ganz ähnlicher Weise verändert. Trotz ihrer Nachbarschaft zeigen die Basalte aber chemisch und petrographisch beträchtliche Unterschiede. Von noch größerem Interesse sind aber die auf der Blauen Kuppe und am Rosenbühl vorkommenden pneumatolytischen Minerale.

Der Basalt der Blauen Kuppe ist ein meist feinkörniger, im Innern doleritisch werdender Feldspatbasalt. Chemisch und petrographisch zeigt er, ebenso wie seine Gemengteile (Olivin, Augit, Plagioklas, Erz, Apatit, sehr wenig Biotit und Hornblende), keine Besonderheiten. Ein nennenswerter Einschlag nach der alkalireichen Seite der Basalte fehlt. Hierdurch unterscheidet er sich scharf von dem Gestein der Kleinen Kuppe, eines der Blauen Kuppe unmittelbar vorgelagerten Hügels, der genetisch mit der Blauen Kuppe zweifellos eine Einheit bildet. Hier liegt ein sehr viel kieselsäureärmerer und an Alkalien reicherer Sodalithbasalt vor. Demgemäß ist auch der Mineralbestand ein völlig abweichender. Einen deutlichen Übergang zwischen beiden Gesteinen stellt der Basalt eines Ganges dar, der vielleicht Blaue Kuppe und Kleine Kuppe verbindet.

Der Kontakt des Basalts am Buntsandstein ist besonders auf der Blauen Kuppe wunderschön aufgeschlossen. Der Sandstein ist nur dort, wo Schollen losgerissen wurden und zum Schwimmen kamen, stark verändert, hier aber in der auffälligsten Weise gefaltet und durcheinandergeknetet. In den stark veränderten Stücken sind die glimmer- und tonreichen Partien vollkommen zu schwarzem Glas geschmolzen, auch die makroskopisch wenig veränderten quarzreichen Lagen zeigen im Schliff sehr viel Glas. Gleichzeitig treten als Neubildungen auf: Cordierit, rhombischer und monokliner Augit, Erze und manchmal in unmittelbarer Kontaktnähe auch Feldspat. Der sehr reichliche Cordierit ist fast auf

die ursprünglichen Glimmerlagen beschränkt. Sehr häufig ist Cordierit vergesellschaftet mit oktaedrischen Körnern von Magnetit oder sehr dunklem Spinell. Die Cordierite solcher Haufen sind öfter sämtlich untereinander parallel angeordnet, und zwar immer so, daß ihre Basis mit der des früheren Biotit gleichläuft. Oft sind an diesen Pseudomorphosen noch die Verbiegungen des Glimmers deutlich erkennbar. Die mehr oder weniger große Menge der den Cordierit begleitenden Magnetite weist auf in verschieden hohem Grad ausgebleichten Biotit hin. Die neugebildeten rhombischen und monoklinen Augite, die oft nur Mikrolithengröße erreichen, weichen nicht von Bekanntem ab.

Pneumatolytisch und hydrothermal entstandene Minerale konnten in großer Menge gesammelt werden: Magnetit, Eisenglanz, Cristobalit, Tridymit, Chalcedon, Apatit, Hypersthen, Augit, Feldspat, Glimmer und Titanit; sodann in großen Kristallen Aragonit. Letzterer, der Apatit und Magnetit, sind schon lange von hier bekannt.

Das Material stammt größtenteils aus dem Südbruch. Das Gestein, das die Mineralien in seinen Hohlräumen führt, ist offensichtlich deutlich von dem gewöhnlichen Basalt verschieden. Stark klüftig und blasenreich, fällt es durch seine helle Farbe leicht auf. Die Analyse ergibt einen beträchtlich höheren SiO_2-Gehalt, während die anderen Komponenten annähernd gleichbleiben. Mineralisatoren (F, Cl usw.) sind nur in ganz geringen Mengen nachzuweisen.

Im Schliff sind Plagioklase mit starker isomorpher Schichtung, Augit, ein hornblendeähnliches, dünn nadelförmiges Mineral, Apatit und ziemlich viel Cristobalit zu erkennen. Letzterer ist deutlich jünger als alle anderen Gemengteile.

Von den pneumatolytischen Mineralen ist der **Magnetit** am häufigsten, gewöhnlich führt er nur das Oktaeder, manchmal ist er sehr flächenreich. Eisenglanz ist selten in kleinen Täfelchen. Das größte Interesse hat naturgemäß der **Cristobalit.** Er kommt an einer kleinen Stelle, dort aber recht häufig vor. Es sind schöne, milchglasähnlich weiße Kristalle von gewöhnlich unter 1 mm Größe.

Sie erscheinen in drei Trachten:

1. Oktaeder in wenig verzerrter Ausbildung.
2. Dünne sechsseitige Tafeln mit scheinbar rhomboedrischer Begrenzung.
3. Kristalle, die geometrisch durchaus dem Tridymit gleichen.

Nach der Umwandlungstemperatur ist das Mineral aller drei Trachten dasselbe. Die Umwandlung erfolgt beim Erhitzen bei 235—250°, bei der Rückverwandlung stets verzögert bei 215—230°.

Die Dichte liegt zwischen 2,290 und 2,320.

Die Kristalle erster Tracht führen das Oktaeder und gelegentlich den Würfel. Sie gehen, wenn sie nach einer Oktaederfläche verzerrt sind, über in solche zweiter Tracht. Diese Form ist die weitaus häufigste, zwei Flächen des Oktaeders täuschen

die Basis, die anderen die Rhomboederflächen einer rhomboedrischen Kombination vor; dazu kommt oft der Würfel als nächststumpferes Rhomboeder. Spinellzwillinge sind sehr häufig. Auch die dritte Tracht ist durch Übergänge mit der vorhergehenden verbunden. das scheinbare hexagonale Prisma ist manchmal völlig eben, oft aber bei genauerer Untersuchung zusammengesetzt aus vielfach abwechselnden Oktaeder- und Würfelflächen. Zwillingsähnliche Verwachsungen von Cristobalitkristallen, besonders zweiter Tracht, täuschen Tridymitzwillinge nach $\{10\bar{1}6\}$ und $\{30\bar{3}4\}$ vor. Im letzteren Falle sind zwei völlig parallel orientierte Cristobalite nach verschiedenen Oktaederflächen verzerrt. Anderntalls sind Zwillinge nach einer Ikositetraeder- oder einer Triakisoktaederfläche von jeweils etwa $17\frac{1}{2}^0$ Neigung gegen die Oktaederfläche anzunehmen; oft auch, dem Flächenverbande entsprechend, nach diesen beiden zugleich.

Das ungemein häufige Auftreten von nach $\{111\}$ verzerrten Kristallen, das Vorkommen von Ikositetraederflächen $\{211\}$ nur an den Prismenflächen zukommenden Stellen, die zwillingsähnlichen Verwachsungen und die Zwillinge nach unwahrscheinlichen Gesetzen und schließlich habituelle Merkmale, beweisen, daß hier Pseudomorphosen von Cristobalit nach Tridymit vorliegen.

Die Sprünge, die für Cristobalit so charakteristisch sind, bevorzugen manchmal die Richtungen des Oktaeders.

Optisch zeigen die Kristalle, nach der Aufhellung durch ein Öl annähernd gleicher Lichtbrechung, den zuerst von Mallard beschriebenen Aufbau aus drei zueinander senkrechten quadratischen Individuen. Daneben kommen in Schnitten nach (111) noch Teile von einer optischen Orientierung vor, die um 90^0 gegen die erwartete gedreht ist; es muß zur Erklärung ein weiteres Zwillingsgesetz, etwa nach (h 0 l), herangezogen werden. — Der Brechungsexponent beträgt 1,485, die Doppelbrechung 0,0018.

Die optische Untersuchung ist durch den sehr weitgehenden lamellaren Zwillingsbau sehr erschwert.

Der **Tridymit** ist viel seltener als Cristobalit, seine Unterscheidung von Cristobaliten dritter Tracht sehr schwierig. Die Umwandlungstemperatur, etwa 144^0, schwankt weniger als bei Cristobalit, die Rückverwandlung ist wieder stark verzögert. Im Gegensatz zu Cristobalit übersteht der Tridymit mehrfache Umwandlung recht gut und bleibt dabei völlig klar.

Die älteren Kluftminerale sind sämtlich inkrustiert mit **Chalcedon**.

Der lang bekannte **Apatit** ist recht häufig. Die Formen sind einfach. $\mathbf{a}:\mathbf{c} = 1:0{,}7246$ deutet auf Chlorapatit. $\omega_{Na} = 1{,}6449$, $\varepsilon_{Na} = 1{,}6406$. Das spez. Gewicht 3,157.

Die Analyse ergab einen hohen Chlorgehalt (2,06 %) neben bedeutendem Fluor- und Hydroxylgehalt.

Hypersthen ist recht selten. Seine Eigenschaften entsprechen denen ähnlicher Vorkommen.

Augit häufig in sehr kleinen grünen Kristallen, die oft wie der Apatit eine Fülle von Flüssigkeitseinschlüssen mit Libellen führen.

Die gelegentlich gefundenen aufgewachsenen **Feldspate** und **Glimmer** zeigen wenig Besonderheiten, ebenso der **Titanit**.

In vielen Hohlräumen des porenreichen Basalts sind reichlich Carbonate, selten auch Zeolithe abgesetzt worden. Früher konnte man sehr schöne Kristalle von Aragonit und besonders Pseudomorphosen von Calcit nach Aragonit finden. Die Pseudomorphosierung, die in allen Entwicklungsstadien zu beobachten ist, beginnt an den Kanten, Flächen und Zwillingsgrenzen; im Innern bleiben zuletzt Hohlräume.

Der **Rosenbühl** ist ein kleines, jetzt sehr schlecht aufgeschlossenes Basaltvorkommen, das früher den Kontakt sehr schön gezeigt haben muß. Der Basalt ist ein sehr dichter Feldspatbasalt. Von ihm deutlich verschieden ist ein fast silbergraues, blasenreiches Gestein, das fast ausschließlich aus Plagioklas — viel saurer als der des gewöhnlichen Basalts — und Magnetit besteht. Hier kommen wieder pneumatolytisch gebildete, allerdings sehr kleine Cristobalite, rhombische Augite, Glimmer und Eisenglanzkriställchen vor. — Das vorliegende Gestein weicht übrigens von dem cristobalitführenden Basalt der Blauen Kuppe durchaus ab. Die kontaktveränderten Sandsteine weisen die beschriebenen Eigenschaften auf.

Der **Alpstein** bei Sontra besteht aus Nephelinbasalt. Das sehr dichte, oft sehr reichlich große Olivineinschlüsse führende Gestein setzt sich zusammen aus Olivin, Augit, Nephelin, Biotit, Apatit, Erz und Glas, selten Feldspat, Rhönit und Picotit. Es zeigt, wenigstens in ausgedehnten Partien, starke Sonnenbrandstruktur. Ein gangförmiges Vorkommen ist davon deutlich verschieden: makroskopisch erkennt man in ihm große Biotitspaltblättchen, im Schliff Augit, Biotit, Plagioklas, Apatit, Erz, Zersetzungsprodukte, manchmal Olivin, Glas, Nephelin. Das Vorkommen des Biotit erinnert an den Buchonit von Poppenhausen oder den Basalt vom Steinsberg bei Weiler. Der Glimmer ist deutlich zweiachsig, der Pleochroismus auch in Spaltblättchen beträchtlich. Der Plagioklas, der herrschende Gemengteil, bildet mehrere Generationen, die sich auch im Verhältnis Na : Ca deutlich unterscheiden.

Der Kontakt des Basalts am bunten Sandstein ist hier ganz hervorragend schön aufgeschlossen; im übrigen entspricht er dem an der Blauen Kuppe.

Die Vergleichung der Analysen (Basalt, Blaue Kuppe; Basalt, Kleine Kuppe; cristobalitführender Basalt, Blaue Kuppe; Basalt, Alpstein; glimmerführender Gang ebendorther) ergibt sehr beträchtliche Verschiedenheiten in der Lage der Projektionspunkte. Gemeinsam ist allen Gesteinen ein auffallend hoher Titangehalt, der übrigens auch anderen Basalten der Gegend eigen ist.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederl.-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Delft.

VI. Ein Kalksilikatauswürfling des Vulkans Semeru (Java).

Während einer seiner Besteigungen des Vulkans Semeru (Java) wurde von Herrn F. A. A. van Gogh[1] ein Auswürfling gesammelt, der während der starken Eruption am 15. November 1911 ausgeschleudert war und mir zur Untersuchung überlassen wurde. Das etwa 5 × 4 × 4 cm große Gesteinsstück ist ein mittelkörniger Kalksilikathornfels und zeigt sich makroskopisch hauptsächlich aus etwa gleich großen Mengen von braunem Granat, schwarzem Augit und weißem Wollastonit und Plagioklas zusammengesetzt. Wir betrachten diesen Hornfels als einen völlig umgewandelten tertiären Kalkstein, der aus dem Untergrunde des Vulkans emporgebracht wurde.

Mikroskopisch zeigt sich, daß auch spärlich Quarz unter den Gesteinsgemengteilen auftritt. Der Granat ist mikroskopisch nur sehr schwach bräunlich gefärbt und isotrop. Der Augit ist mikroskopisch grün gefärbt mit ziemlich starkem Pleochroismus in grasgrünen und gelblichgrünen Farben. Die Auslöschungsschiefe zeigt bisweilen für verschiedene Teile eines Kristalls geringe Unterschiede, diese Teile wechseln unregelmäßig miteinander ab, meistens löschen die Kristalle aber einheitlich aus. Der Wollastonit zeigt deutlich die zueinander senkrechten Spaltrisse in Schnitten senkrecht zur Längsrichtung; in Schnitten senkrecht zur negativen Bisektrix eines kleinen Achsenwinkels steht die optische Achsenebene senkrecht zu den Spaltrissen. Der Plagioklas ist durch seine schwächere Lichtbrechung immer leicht von Wollastonit zu unterscheiden, außerdem kommt polysynthetische Zwillingslamellierung häufig vor. Schnitte ungefähr senkrecht zur negativen Bisektrix zeigten eine Auslöschungsschiefe von 32°, auch in Schnitten der symmetrischen Zone mit Karlsbader Zwillingen weisen die Auslöschungsschiefen auf sehr basische Plagioklase, mit der Zusammensetzung von Bytownit bis Anorthit.

Eine Reihenfolge der Kristallisation der verschiedenen Mineralien kann kaum festgestellt werden. Eine idiomorphe Kristallbegrenzung kommt nicht vor und oft sind die Mineralien sehr unregelmäßig und eckig begrenzt, während isolierte Einschlüsse von einem in den andern Bestandteilen vorkommen. Wohl scheint der Anorthit im ganzen etwas später auskristallisiert zu sein, denn zahlreiche, z. T. idiomorphe, kleine Wollastonitkristalle werden von dem Anorthit umschlossen, während das Umgekehrte nicht der Fall ist.

[1] F. A. A. van Gogh, De Semeroe uitbarsting van 15 November 1911. Tydschr. Kon. Ned. Aardryksk. Gen. 30. 1913. Blz. 744—756.

Die Auswürflinge und enallogenen Einschlüsse der vulkanischen Gesteine sind besonders von Interesse, weil sie den unbekannten Untergrund des Vulkans für Beobachtung zugänglich machen. Das ist besonders für vulkanische Inseln der Fall, weil da auch von anderen als vulkanischen Gesteinen in der Umgebung nichts bekannt ist. Das Kalksilikatgestein, das vom Semeru emporgebracht wurde, darf mit großer Wahrscheinlichkeit auf anstehende jungtertiäre Kalksteine im Untergrunde des Vulkans zurückgeführt werden und die Verbreitung dieser Gesteine, die weiter südwestlich bekannt sind, kann dann unter der Bedeckung mit jungvulkanischem und quartärem Material etwas näher umgrenzt werden.

Die Mineralkombination Anorthit—Wollastonit scheint an einen bestimmten Druck gebunden zu sein, sie ist ziemlich häufig in, bei niederem Druck metamorphosierten, Einschlüssen von vulkanischen Gesteinen, fehlt aber z. B. den Kontaktzonen des Kristianiagebiets[1], wo sich bei höherem Druck anstatt dieser beiden genannten Mineralien Grossular und Quarz gebildet haben. Weiter ist auffallend, daß Vesuvian fehlt, während dieses Mineral ein steter Begleiter ist von Granat oder von Granat und Wollastonit in ähnlichen metamorphen Kalksteinen am Kontakt von Tiefengesteinen. Die Dampftension war offenbar in dem flüssigen basischen Magma, in dem noch keine nennenswerte Kristallisation stattgefunden hatte, nicht groß genug, um den Einschluß mit dem für die Vesuvianbildung nötigen Wasser zu imprägnieren. Das Mineral fehlt den Einschlüssen von vulkanischem Gesteine nicht ganz; z. B. in den schwerer schmelzbaren und gasreicheren Laven, die das Entweichen der Gase verzögern und die Imprägnation der Einschlüsse besser ermöglichen, kommt Idokras neben Pyroxen, Wollastonit, Anorthit und Granat vor, wie in den kontaktmetamorphen Kalkeinschlüssen der Trachyte und leucithaltigen Gesteine der Somma[2].

VII. Pneumatolytisch metamorphosierte Andesiteinschlüsse in Leucititen des Vulkans Ringgit (Java).

Die Einschlüsse wurden von mir gesammelt im Gestein des am meisten nördlich ins Meer vorragenden Kaps am nördlichen Abhang des Vulkans Ringgit zwischen Besuki und Panarukan an der Nordküste von Ost-Java[3]. Die Kontaktmetamorphose ist besonders interessant durch die Neubildung eines goldgelben Ägirinaugits. Die Leucitite, die die metamorphosierten Einschlüsse in großer Anzahl umschließen, enthalten Einsprenglinge von hellgrün-

[1] V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. 1911. p. 192.

[2] A. Lacroix, Les enclaves des roches volcaniques. p. 609.

[3] H. A. Brouwer, Leucite rocks of the Ringgit and their contactmetamorphism. Proceed. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1913. 15. p. 1238.

lichem Augit und stark resorbiertem, stark pleochroitischem Biotit in einer Grundmasse von Leucit, Augit und Erz. Das Gestein zeigt Erscheinungen der Autopneumatolyse, indem kleine Hohlräume mit Kriställchen von Leucit oder Sodalith und Feldspat ausgefüllt sind.

Die eingeschlossenen Andesitfragmente enthalten in nicht metamorphem Zustande Einsprenglinge von zonarem Plagioklas (Oligoklas oder Andesin bis Bytownit) und nicht näher bestimmbare Reste von Einsprenglingen dunkler Mineralien, die in eine trübe sekundäre Substanz umgewandelt sind. Auch die Grundmasse ist stark verwittert und enthält Plagioklasleistchen, Chlorit, trübe Verwitterungsprodukte von Erz und eine isotrope Substanz, die als Glas gedeutet wird.

Die Metamorphose dieser Einschlüsse zeigt erstens die Wirkung des Magmas selbst und zweitens die Wirkung der flüchtigen Bestandteile des Magmas. Die erste Kontaktwirkung ist auf die Randzone der Einschlüsse beschränkt und hat sich geäußert durch Umschmelzung und Rekristallisation nach chemischer Wechselwirkung, die zweite Kontaktwirkung weist auf eine Durchtränkung des ganzen Einschlusses hin. Am häufigsten hat sich bis auf eine große Distanz des Kontaktes eine poröse Struktur entwickelt, indem die entstandenen kleinen Hohlräume ausgefüllt sind mit ähnlichen Mineralien, wie die der Autopneumatolyse des umschließenden Gesteins. In der Randzone wird die kombinierte Wirkung von Umschmelzung und Pneumatolyse beobachtet. Charakteristisch ist die Bildung eines goldgelben Ägirinaugits.

Daß wirklich Schmelzung stattgefunden hat, ist in manchen Einschlüssen ersichtlich, weil eine Übergangszone zungenförmig in das, als Leucitit kristallisierte Magma eindringt. Bis weit vom Kontakt sind im Einschluß kleine Säulchen eines gelben Pyroxens gebildet, von dem mehrere Kriställchen öfters zusammengehäuft vorkommen und begleitet werden von einem isotropen Mineral und neugebildetem Feldspat. Die Auslöschungsschiefen des Pyroxens weisen auf Ägirinaugite von wechselnder Zusammensetzung hin. Aus dem stark verwitterten Erz hat sich örtlich eine rötliche Substanz gebildet, die auf eine Oxydation zu Hämatit hinweist. Auch in den, übrigens unveränderten, ursprünglichen Plagioklasphenokristen kommt der Ägirinaugit in geringer Menge eingeschlossen vor.

In der Übergangszone, in der Nähe des Kontaktes mit dem umschließenden Leucitit, ist der goldgelbe Ägirinaugit sehr reichlich vorhanden, auch kommen etwas größere Augitkristalle vor, die nur randlich in Ägirinaugit umgewandelt sind. Ganz in der Nähe des Kontaktes werden die trüben ursprünglichen Feldspatphenokriste von neogenem Feldspat umrandet. In der Übergangszone kommt auch Erz in ziemlich geringer Menge vor, was auf chemische Wechselwirkung zwischen Einschluß und Magma hinweist.

Auch makroskopisch kann diese, nur einige Millimeter breite, Übergangszone oft sehr deutlich erkannt werden; die Farbe ist, in bezug auf den viel geringeren Erzgehalt, viel heller als die des umschließenden Leucitits.

Kleine Einschlüsse sind oft ganz in ein poröses, gelbliches Gestein umgewandelt, das, neben den obengenannten farblosen neugebildeten Mineralien und Ägirinaugit, auch reich ist an Hämatit. Bei größeren Einschlüssen sind bekanntlich Umschmelzungserscheinungen weniger intensiv und die Übergangszone ist in bezug hierauf auch nur weniger hell gefärbt und wenig erzärmer als der umschließende Leucitit. Auch ist die pneumatolytische Metamorphose manchmal nur wenig tief in die Einschlüsse eingedrungen. Die erwähnten Fälle sind durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden.

Die oben beschriebene Metamorphose ist der von, durch Fumarolen veränderten, Blöcken von Leucittephrit des Fosso di Cancherone (Vesuv) und der des „Sperone“ von Latium ähnlich [1]. Besonders die Bildung von goldgelbem Ägirinaugit und Ägirin hat die Metamorphose dieser verschiedenen Fundorte gemeinschaftlich. Auch in Varietäten des Shonkinits vom Katzenbuckel, die durch pneumatolytische Prozesse verändert sind, kommt ein grünlichgelber Ägirinaugit vor [2]. Bei diesen Prozessen hat Oxydation stattgefunden, der Fe_2O_3-Gehalt ist gestiegen, während der FeO-Gehalt abgenommen hat oder ganz fehlt. Wahrscheinlich hat auch der Na_2O-Gehalt zugenommen, worauf die veränderten optischen Eigenschaften des Pyroxens hinweisen.

Die oben beschriebene Metamorphose mit Bildung eines goldgelben Pyroxens mit den Eigenschaften des Ägirinaugits scheint gebunden zu sein an pneumatolytische Prozesse in alkalireichen Magmen und sie bringt neue Beweise für die intermediäre Stellung, die die Kontaktmetamorphose der basischen Leucitgesteine einnimmt zwischen der der trachytischen und der basaltischen Gesteine.

VIII. Änderung der Kontaktmetamorphose nach der Tiefe und Zinnerzlagerstätten in Mittel-Sumatra.

Metamorphe Sedimente am Kontakt mit granitischen Gesteinen sind auf Sumatra sehr verbreitet und in meinen vorigen Mitteilungen wurden schon mehrere Beispiele von kontaktmetamorphen Kalksteinen, Ton- und Mergelschiefern erwähnt.

In Mittel-Sumatra wurden zwei verschiedene Arten der Metamorphose an benachbarten Stellen untersucht, erstens die Kontakt-

[1] A. Lacroix, Etude Mineralogiques des produits silicatés de l'éruption du Vésuve. Nouv. Arch. du Muséum. 4e Sér. 9. 1907. p. 73, 94, 95.

[2] W. Freudenberg, Geologie und Petrographie des Katzenbuckels. Mitt. Großh. Bad. Geol. Landesanst. 5. I. Teil. 1906. p. 81.

erscheinungen am Granitmassiv der Unterabteilung Rokan [1] und zweitens die Hornfelse bei Kota Renah im Hochlande von Siak [2].

Im erstgenannten Gebiet ist der Granit über einer großen Oberfläche sichtbar und das Massiv wird von einer kontaktmetamorphen Zone begrenzt, die nur an einem Teil der Südwestseite sichtbar ist, weil der übrige Teil der Kontaktzone von eocänen Sandsteinen und Konglomeraten bedeckt wird. An der Nordostseite des Massivs wird der Granit überall direkt von diesen Sandsteinen und Konglomeraten bedeckt, so daß eine Kontaktzone an dieser Seite bis jetzt gar nicht bekannt geworden ist und der Granit sich unter der Eocänbedeckung noch weit in nordöstliche Richtung fortsetzen kann.

In Siak sind nur kleine Granitmassive und Gänge an der Oberfläche sichtbar, Kontaktgesteine kommen in der Nähe vor, ein großes einheitliches Granitmassiv wie in Rokan wurde hier nicht beobachtet, was auf eine weniger tief gehende Abtragung zurückgeführt werden kann.

Sowohl die granitischen Gesteine wie die Kontaktprodukte zeigen in den beiden benachbarten Gebieten Unterschiede, die mit dieser Tiefendifferenz der Abtragung in ursächlichen Verband gebracht werden kann.

Die granitischen Gesteine von Rokan sind Zweiglimmergranite, Biotitgranite und ihre Übergänge zu den Quarzdioriten. Die untersuchten Quarzdiorite sind reich an Biotit und enthalten in geringer Menge einen grünen Amphibol. Porphyrische Gesteine mit großen Feldspateinsprenglingen kommen häufig vor, die Einsprenglinge liegen oft mehr oder weniger parallel im Gestein und die porphyrischen Gesteine wechseln oft bankförmig mit den normalen ab. Besonders auffallend ist die Häufigkeit von pegmatitischen Gesteinen in der Mitte des Massivs, die als unregelmäßige Massen und als Gänge an sehr vielen Orten im Granit auftreten. Diese Pegmatite sind meistens reich an Turmalin und bestehen aus Feldspat, Quarz, Turmalin, hellem oder dunklem Glimmer, während in einigen auch Granat häufig vorkommt. Sehr biotitreiche Variationen kommen vor, während auch feldspatfreie Quarz-Turmalin-Gesteine in Gangform angetroffen wurden. In schriftgranitischen Verwachsungen mit Quarz erreichen die einzelnen Feldspatkristalle bisweilen Dimensionen von mehreren Dezimetern. Die Quarzdiorite werden von hellgefärbten Granitgängen durchschnitten, die hauptsächlich bestehen aus Kalifeldspat und saurem Plagioklas (Oligoklas und saurere Mischungen).

---

[1] H. A. Brouwer, Über einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau. 5. 1915. p. 551; — On the granitic area of Rokan and on contact phenomena in the surrounding schists. Proceed. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 17. 1915. p. 1190.

[2] H. A. Brouwer, Pneumatolytic hornfels from the hill countries of Siak. Proceed. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 18. p. 584.

Die granitischen Gesteine von Siak zeigen mineralogisch viel Übereinstimmung mit den pegmatitischen Gesteinen in den Graniten von Rokan, nur wurde Biotit bis jetzt in den untersuchten Gesteinen noch nicht beobachtet. Grobkörnige und feinkörnige Partien wechseln in diesen Gesteinen ab, porphyrische Strukturen sind verbreitet. Kalifeldspat. saurer Plagioklas, Quarz, Muscovit, Turmalin und bisweilen Granat sind die hauptsächlichsten Bestandteile. Schöne poikilitische Strukturen, bei denen große Feldspatkristalle Muscovit, Turmalin und Granat umschließen, wurden in der Nähe des Kontaktes mit den Sedimenten beobachtet.

Wir beobachten also zahlreiche gemeinschaftliche Kennzeichen für die pegmatitischen Bildungen in der Mitte des Rokan-Granitmassivs und einige der kleinen granitischen Intrusionen, die im direkten Kontakt mit den Sedimenten von Siak vorkommen. Die Schlußfolgerung scheint berechtigt, daß im tieferen Erosionsniveau der Rokan-Granite ähnliche Kristallisationsvorgänge stattgefunden haben, im inneren Teil des Massivs und am Ende der Kristallisationsperiode. wie im höheren Erosionsniveau der Siak-Granite in der Nähe der kontaktmetamorphen Sedimente. Die kontaktmetamorphen Sedimente in der Nähe der beiden Granitvorkommen unterscheiden sich besonders dadurch, daß am Kontakt der Rokan-Granite eine schmale Zone der Schiefer feldspatisiert ist, während Granitapophysen schichtförmig mit diesen schistosen Feldspathornfelsen abwechseln. Am Kontakt der untersuchten Siak-Granite fehlt diese Feldspatisierung und die Hornfelse zeigen keine schistose Struktur. Bei beiden ist Turmalin ein häufig auftretendes Mineral in den kontaktmetamorphen Sedimenten. In Rokan wurde keine Zone mit Al-Silikaten angetroffen und die Zone der Feldspathornfelse scheint ohne Zwischenzone in die Zone der Glimmerschiefer überzugehen: in den Feldspathornfelsen kommt reichlich Biotit vor, weiter vom Kontakt kommt in feldspatfreien Gesteinen Muscovit neben Biotit oder Muscovit allein vor. In Siak sind die Kontaktgesteine, die nur von einigen Stellen und in der Nähe des Kontaktes untersucht wurden, gekennzeichnet durch eine schmale, bisweilen fehlende, Quarz-Turmalin-Zone am direkten Kontakt. Diese Zone ist von wechselnder Breite, manchmal nicht breiter als einige Millimeter. Dann folgt eine, nur einige Millimeter breite und meistens fehlende Quarz-Muscovit-Zone und darauf eine Quarz-Biotit-Zone, die auch auftritt am direkten Kontakt mit den Graniten, wenn die beiden obengenannten Zonen fehlen. Die Quarz-Turmalin-Zone könnte z. T. als eine Randfazies der Granite aufgefaßt werden, es kommen darin neben den Hauptbestandteilen bisweilen zahlreich Granatkriställchen und oft in geringer Menge Muscovit und Apatit vor. Ein granatreiches Quarz-Turmalin-Gemenge kommt oft im selben Präparat vom direkten Kontakt zusammen mit einem granatarmen Quarz-Biotit-Gemenge vor. Für eine ausführliche Beschreibung

dieser Kontaktgesteine wird auf meine oben erwähnte Abhandlung verwiesen. Nur soll noch erwähnt werden, daß Gerölle von ähnlichen Kontaktgesteinen in den Flußtälern der ganzen Gegend sehr zahlreich sind, z. T. kommen darin schmale Quarzgänge vor, die oft besonders in der Randzone Turmalin enthalten und oft reich sind an Muscovit. In der Randzone kommen bisweilen mehrere Millimeter lange Turmalinsäulchen ungefähr senkrecht zum Kontakt vor und es wurde wahrgenommen, daß diese Kristalle sich in das Kontaktgestein fortsetzen, was auf eine, z. T. gleichzeitige Bildung von Gangfüllung und Kontaktgestein hinweist. In anderen Kontaktgesteinen wurde neben den genannten Gemengteilen auch oft das Vorkommen von grünem Amphibol beobachtet.

Was die Zinnerzlagerstätten betrifft, so ist besonders das Hochland von Siak für die Beurteilung der primären Lagerstätte des Cassiterits von Interesse. Wenn auch in den bis jetzt von mir untersuchten Gesteinen noch kein Cassiterit als Bestandteil von anstehenden Gesteinen angetroffen wurde, so weist doch die Verbreitung des Minerals in den Flußtälern in genügender Weise darauf hin, daß es in der Nähe von Kota Renah im anstehenden Gestein vorkommt. Grobes und feines Erz kommen gemischt vor, das Erz ist oft sehr scharfkantig und bisweilen mit Quarz verwachsen, während es stromauf vom besprochenen Gebiet den Flußsanden fehlt. In Rokan sind die Verhältnisse ganz anders, in mehreren Flußsanden, die reich sind an den Bestandteilen der pneumatolytischen Mineralien der Pegmatite, fehlt das Zinnerz. Zahlreiche von mir ausgeführte Waschproben in den heutigen Flußtälern und auch die chemische Analyse von turmalinreichen Pegmatiten im anstehenden Gestein haben diese Beobachtung bestätigt. Etwas Ähnliches erwähnt auch Tobler[1] aus dem Granitgebiet des Duablas-Gebirges in Djambi, in dem zahlreiche pneumatolytische Gangbildungen mit Quarz und Turmalin vorkommen, während das Zinnerz zu fehlen scheint. Auch hier hat die Erosion viel tiefer in die Granite und Kontaktgesteine eingeschnitten, als in Siak. Im letztgenannten Gebiet dürfen wir auf tieferem Niveau ähnliche Verhältnisse vermuten wie im benachbarten Rokan. Die Kontaktmetamorphose zeigt in beiden Gebieten einen deutlichen pneumatolytischen Charakter, der Gehalt an pneumatolytischen Bestandteilen war offenbar in größerer Tiefe während der Endphase der Kristallisation noch so groß, daß die pegmatitischen Massen sich in großer Menge in den inneren Teilen des Massivs gebildet haben. In der Nähe der Randzone war ein Entweichen ins Nebengestein möglich, und der große Alkaligehalt der Mineralisatoren, der auch aus dem großen Feldspatgehalt der Pegmatite hervorgeht, veranlaßte die

[1] A. Tobler, Voorloopige mededeeling over de geologie der Residentie Djambi. Jaarboek Mynwezen. Ned. Indië. Verhand. 1910. p. 20.

Feldspatisierung der Hornfelse, während bei den dazu geeigneten Druckverhältnissen Granitapophysen an den Schichtflächen entlang in das Nebengestein gepreßt werden konnten. Die für die Bildung des Cassiterits nötigen Bestandteile scheinen hier der Mineralisation gefehlt zu haben und zu höherem Niveau emporgestiegen zu sein. Hier wurden die Alkalien offenbar ganz aufgebraucht bei der Bildung der Feldspate in den turmalinhaltigen Graniten, deren Zusammensetzung dem Mineralbestand der Pegmatite in tieferen Niveaus ähnlich ist. Feldspatisierung des Nebengesteins hat nicht mehr stattgefunden, Durchtränkung mit Mineralisatoren von anderer Zusammensetzung, die eine Turmalinisierung des Nebengesteins in viel reichlicherem Maße als in tieferen Regionen zur Folge hatte, hat aber stattgefunden, während außerdem hier die Verhältnisse geeignet waren für die Bildung des Cassiterits.

Die Frage, wohin das Zinnerz, das in den durch die Erosion entfernten, höheren Teilen des Rokan-Granits und seinem Kontakthof vermutet werden darf, transportiert worden ist, wäre der Lösung näher gebracht, wenn die Erosionsverhältnisse in früheren geologischen Perioden und die abwechselnden Regressionen und Transgressionen genau verfolgt werden könnten. Schon vor der Ablagerung der alttertiären Sandsteine und Konglomerate war das Granitmassiv an seiner Nordost- und Südwestseite zu dem jetzt sichtbaren Niveau erodiert. Nur in der Mitte, wo die Sandsteinbedeckung fehlt, ist ein Teil des Granitmassivs auch noch bis in die jüngste Zeit entfernt worden. In den Produkten der festländischen Erosion, die der alttertiären Transgression voranging oder in den Ablagerungen, die während der Transgression gebildet sind, würde das Zinnerz also auf sekundärer Lagerstätte vorkommen können. Der in den quartären und jüngsten Flußablagerungen vorkommende Cassiterit kann also z. T. auch aus den alttertiären Transgressionssedimenten abgeleitet werden, also auf tertiärer Lagerstätte vorkommen. In dieser Hinsicht ist es auffallend, daß besonders in den Lima Kotta's südöstlich des Kampar-Flusses, wo die Bedeckung der älteren Schichten mit tertiären Ablagerungen am vollständigsten durch jüngere Erosion verschwunden ist, auch reichlich Cassiterit in den jüngsten und älteren Flußablagerungen vorkommt [1].

In Geröllen dieser Ablagerungen kommt bisweilen der Cassiterit mit Quarz verwachsen vor. Einige dieser Gerölle zeigen Begrenzung durch zwei parallele Flächen, die auf ihre Herkunft aus schmalen Quarzgängen hindeutet, wie sie auch zahlreich im, weiter südlich gelegenen, Quarzit-Schiefer-Gebirge vorkommen.

[1] Vgl. die Karte in H. A. Brouwer, Bydrage tot de geologie van Boven-Kampar en Rokan Streken. Jaarboek v. h. Mynwezen in Ned. Indië. 1913. Verhandelingen.

Von den letztgenannten Gängen wurden sehr viele Proben chemisch und mikroskopisch untersucht, ohne daß ein Gehalt an Zinnerz festgestellt werden konnte, und das Zinnerz fehlt anscheinend auch ganz oder fast ganz den heutigen Flußläufen im Gebirge. Diese Quarz-Cassiterit-Gerölle scheinen also von schon früher erodierten Quarzgängen hergeleitet werden zu müssen und können jetzt auf tertiären Lagerstätten vorkommen.

Bei der Redaktion eingegangen am 21. Juli 1919.

Vorläufige Mitteilung über das Callovien und seine Fauna in Südamerika.

Von Dr. **Edgar Stehn** in Bonn.

Die eingehenden Untersuchungen der argentinischen geologischen Landesanstalt unter Herrn Dr. KEIDEL haben zur Entdeckung eines neuen reichen Fundpunktes für Callovien geführt in der Umgebung des Baches Chacay Melehué, eines Zuflusses des Rio Curileuvu, der bei Chos Malal in den Rio Neuquen einmündet. Das Vorkommen ist das am südlichsten gelegene in Argentinien. Die Fauna ist nach Bonn zur Bearbeitung gesandt worden, deren Ergebnisse unten mitgeteilt werden.

Neu ist ferner das Vorkommen von Paposo an der chilenischen Küste sowie am Rio del Cobre, einem Seitenfluß des Rio Grande, im Süden der Provinz Mendoza in Argentinien. Von diesem Fundpunkt brachte Herr Dr. GERTH Anfang 1914 Material mit, ferner von dem in der Literatur schon bekannten Fundort Vergara, Provinz Mendoza.

Außerdem wurden in die Untersuchung einbezogen Aufsammlungen, die Herr Geheimrat STEINMANN 1908 an dem Callovienvorkommen von Caracoles in Chile gemacht hatte.

Die Untersuchungen wurden im April 1914 abgeschlossen.

A. Stratigraphische Ergebnisse.

I. Argentinien.

a) Chacay Melehué.

Das Bathonien fehlt am Chacay Melehué. Wie aus der unten stehenden Fossilliste zu erkennen ist, liegt der von C. BURCKHARDT (Beiträge zur Kenntnis der Jura- und Kreideformation der Cordillere. Palaeontogr. **50**. 1903) als *Macrocephalites Vergarensis* beschriebene und wegen seiner großen Ähnlichkeit mit *M. Morrisi* OPP. in das Bathonien gestellte Ammonit vom Fundort Vergara in der Chacay Melehué-Fauna mit Callovienammoniten zusammen, vor allen Dingen sind hier *Perisphinctes curvicosta* OPP., *indogermanus* WAAG., *mös-*

quensis Fisch. zu nennen, Cephalopoden, die sicher nicht dem Bathonien zuzurechnen sind. Außerdem wurde ein typischer *Macrocephalites Vergarensis* über dem am Chacay Melehué schon im[1] Callovien vorkommenden Gips gefunden.

Wie die Verhältnisse bei Vergara liegen, siehe weiter unten.

Petrographisch ist auch kein Unterschied zu erkennen. Vom untersten Callovien bis zum Tithon hinein bestehen die fossilführenden Schichten aus einem schwarzen, schwach bituminösen Kalk, der Pyrit und Schwerspat führt.

Die Aufsammlungen Keidel's sind in 2 Profilen trennbar gewesen durch die oben erwähnte Gipsschicht, im folgenden mit gs bezeichnet. Leider haben mich Keidel's Erläuterungen zu den Profilangaben auf den Etiketten der Fossilien nie erreicht.

Vom Chacay Melehué ist Material aus 3 Profilen untersucht worden (nach Keidel Profil 1, 2 und 4). Ein * vor der Nummer der Art zeigt an, daß diese für Südamerika neu ist.

Die Fauna besteht aus:

I. Profil 1.

a) Unter gs.

1. *Macroceph. rotundus* Tornqu.
*2. — *rotundus* Tornqu. var. *latecostatus* Stehn
*3. — *rotundus* Tornqu. var. *eurycephalus* Stehn
4. — *macrocephalus* Schloth.
*5. — *diadematus* Waag.
*6. — *semilaevis* Waag.
*7. — cfr. *elephantinus* Sow. Waag.
*8. — *neuquensis* Stehn
*9. — *parvus* Stehn var. *angustumbilicatus* Stehn
*10. *Macroceph. parvus* Stehn var. *altior* Stehn
11. — *Gottschei* Tornqu.
*12. *Cadoceras sublaeve* Sow.
*13. *Phylloceras* sp. ex aff. *Kunthi* Neum.
14. *Reineckia antipodum* Gottsche
*15. — *biscissa* Stehn
*16. *Perisphinctes Bieniaszi* Teiss.
*17. — *mosquensis* Fischer
18. — cfr. *funatus* Opp.
*19. *Inoceramus galoi* G. Boehm
20. *Posidonomya ornati* Quenst.

b) Über gs.

*1. *Macroceph. rotundus* Tornqu. var. *eurycephalus* Stehn
*2. — *parvus* Stehn
*3. — *parvus* Stehn var. *angustumbilicatus* Stehn
4. *Reineckia antipodum* Gottsche
*5. *Perisphinctes* cfr. *agrigentinus* Gemm.
*6. *Perisphinctes* (*Neuqueniceras* Stehn) *Steinmanni* Stehn
*7. — (*Neuqueniceras* Stehn) *Keideli* Stehn
8. — (*Neuqueniceras* Stehn) sp.
*9. *Inoceramus galoi* G. Boehm
10. *Ostrea* cfr. *Roemeri* Quenst.

---

[1] Nach brieflicher Mitteilung des Herrn Dr. Backlund, zurzeit in Åbo, Finnland.

II. Profil 2.

(Nicht nach der Gipslage getrennt.)

1. *Macrocephal. macrocephalus* SCHLOTH.
*2. — *Herveyi* Sow.
3. — *chrysoolithicus* WAAG.
*4. — *magnumbilicatus* WAAG.
5. — *lamellosus* WAAG.
*6. — *diadematus* WAAG.
*7. — cfr. *Polyphemus* WAAG.
*8. — *rotundus* TORNQU. var. *latecostatus* STEHN
9. *Macrocephal. araucanus* BURCKH.
10. — *Vergarensis* BURCKH.
11. *Reineckia Bodenbenderi* TORNQU.
12. *Perisphinctes* cfr. *funatus* OPP.
*13. — *Gudjinrensis* WAAG.
14. — *indogermanus* WAAG.
*15. — *curvicosta* OPP.
16. *Posidonomya ornati* QUENST.

III. Profil 4.

a) Über gs.

1. *Macroceph. Vergarensis* BURCKH.
*2. *Perisphinctes mosquensis* FISCHER

b) Unter No. 6.

*1. *Hecticoceras hecticum* REIN.
*2. — *lunula* ZIETEN
*3. *Ancyloceras calloviense* MORRIS

Aus diesen Fossillisten des Fundpunktes Chacay Melehué geht hervor, daß die sonst allgemein übliche Teilung des Calloviens in Macrocephalen- und Reineckienschichten hier nicht durchführbar ist. Die Macrocephaliten sind in den beiden Lagen unter und über dem Gips ungefähr gleichmäßig verteilt, manche von ihnen finden sich auch in beiden Schichten. Die Reineckien können wegen der geringen Zahl der aufgesammelten Arten nicht zu einer Trennung herangezogen werden, ja es hat sich gezeigt, daß sie bis auf eine Art in die unter dem Gips liegende Schicht gehören. Es dürfte meines Erachtens daher wohl der Schluß zu ziehen sein, daß am Chacay Melehué die ganze Callovienserie zwar vorhanden ist, daß sie aber vorläufig nicht in die zwei Unterabteilungen gegliedert werden kann.

Dieselbe Erscheinung tritt übrigens auch am Espinazitopaß auf, wo TORNQUIST [1] auf Grund der von ihm untersuchten Fauna eine Gliederung versuchte. Neuere Untersuchungen und Aufsammlungen an diesem Fundpunkte durch W. SCHILLER [2] haben jedoch erkennen lassen, daß auch am Espinazitopaß eine Trennung nicht durchgeführt werden kann.

---

[1] A. TORNQUIST, Der Dogger am Espinazitopaß. Pal. Abh. N. F. 4. Heft 2. 1898.

[2] W. SCHILLER, La alta Cordillera de San Juan y Mendoza y parte de la Provincia de San Juan. Republ. Argent. Ann. del minist. de agricultura, secc. geol. 7. No. 5. 1912.

b) Vergara.

Nur zwei gut bestimmbare Arten fanden sich in dem im allgemeinen schlecht erhaltenen Material Dr. Gerth's. Es sind:

1. *Sphaeroceras bullatum* d'Orb.
2. *Macroceph. Vergarensis* Burckh.

Von letzterer Art brachte die Fundstelle mehrere Exemplare, so daß an der Bestimmung nicht gezweifelt werden kann. Es erhellt aus dem Zusammenvorkommen von *M. Vergarensis* mit einem typischen Callovien-*Sphaeroceras*, daß das von Burckhardt hier angenommene Bathonien zum mindesten zweifelhaft erscheint, wenn nicht ergänzend die Verhältnisse am Chacay Melehué geradezu das Callovienalter beweisen.

c) Rio del Cobre.

Von hier liegt nur ein *Inoceramus galoi* G. Boehm vor.

II. Chile.

a) Caracoles.

*1. *Haploceras psilodiscum* Schloenb.
*2. *Ochetoceras canaliculatum* Münst.
*3. — *Arolicum* Opp.
4. *Sphaeroceras bullatum* d'Orb.
5. *Macroceph. macrocephalus* Schloth.
6. — *extremus* Tornqu.
7. — *chrysoolithicus* Waag.
8. *Reineckia euactis* Steinm.
9. — *Bodenbenderi* Tornqu.
*10. — *caracolensis* Stehn
11. — *Douvillei* Steinm.
12. *Reineckia Stuebeli* Steinm.
13. — *pseudogoweriana* Tornqu.
*14. — *multicostata* Stehn
15. — *espinazitensis* Tornqu.
16. *Perisphinctes Jupiter* Steinm.
*17. — *Healeyi* Neum.
18. — *Gleimi* Steinm.
*19. — *obliqueplicatus* Waag.
20. — *Gottschei* Steinm.
*21. — *desertorum* Stehn
22. *Peltoceras* sp.
23. *Posidonomya ornati* Quenst.
24. — *Buchi* Roem.
25. *Ostrea* cfr. *Roemeri* Quenst.

Das Vorkommen von *Haploceras psilodiscum* Schloenb., der für das Bathonien typischen Art, zeigt, daß wir bei Caracoles auch mit dieser Stufe zu rechnen haben. Unterstützt wird diese Annahme durch das von Steinmann[1] erwähnte Auftreten der *Lucina* cfr. *squamosa* und des *Stephanoceras Zirkeli*, Formen, deren Stellung bisher bei Caracoles unsicher war. Aus dem Zusammenvorkommen der beiden Bathonien-Cephalopoden und des Zweischalers dürfte das Vorhandensein des Bathoniens wenigstens bei Caracoles als erwiesen gelten.

Das Callovien, das aus schwarzem bituminösem Kalk besteht, kann auch hier nicht in seine Unterabteilungen getrennt werden.

b) Paposo.

Paposo lieferte nur ein *Sphaeroceras bullatum* d'Orb.

[1] G. Steinmann, Über Jura und Kreide in den Anden. N. Jahrb. f. Min. etc. 1882. Bd. I.

B. Beziehungen der Fauna.

Das mediterrane Element wird nur durch

Perisphinctes cfr. *agrigentinus* GEMM.

vom Chacay Melehué gebildet. Weitere typische Arten fehlen.

Die mitteleuropäischen Formen sind in größerer Zahl vorhanden, wie auch die von anderen Autoren gemachten Untersuchungen gezeigt haben.

Sehr reichlich ist das indische Faunenelement im südamerikanischen Callovien vertreten. BURCKHARDT (a. a. O.) und JAWORSKI[1] haben eingehend darüber berichtet. In dem von mir untersuchten Material wird es gebildet durch die Arten:

1. *Macroceph. lamellosus* WAAG.
2. — *chrysoolithicus* WAAG.
*3. — cfr. *elephantinus* SOW. WAAG.
*4. — *diadematus* WAAG.
*5. — cfr. *Polyphemus* WAAG.
*6. *Macroceph. semilaevis* WAAG.
*7. — *magnumbilicatus* WAAG.
*8. *Perisph. Gudjinrensis* WAAG.
*9. — *obliqueplicatus* WAAG.
10. — *indogermanus* WAAG.

Außer mit Kutch, woher die angegebenen Cephalopoden zuerst bekannt wurden, ist auch mit Niederländisch-Indien ein Zusammenhang der Callovienfauna festgestellt. G. BOEHM[2] konnte bereits auf die große Ähnlichkeit seines *Macroceph. keeuwensis* var. *bifurcata* mit dem *M. araucanus* BURCKH. hinweisen, und LEMOINE[3] glaubt noch verschiedene Arten des BOEHM'schen Materials mit den indischen vereinigen zu können. Nach seiner Vergleichstabelle sind dabei folgende auch aus Südamerika bekannte Callovienformen:

1. *Macroceph. batavo-indicus* B. = *M. Polyphemus* WAAG.
2. „ *rotangi* B. = *M. lamellosus* WAAG.
3. „ *palmarum* B. = *M. tumidus* WAAG.

Der *Inoceramus galoi* BOEHM, von Taliabu und Mangoli (a. a. O.) beschrieben, findet sich gleichfalls im südamerikanischen Callovien, und zwar am Chacay Melehué und am Rio del Cobre. Im Sundagebiet tritt der Zweischaler im Unteren Oxford auf in Gemeinschaft mit Belemniten und bildet hier ein „Inoceramenpflaster", wie BOEHM es nennt. Am Chacay Melehué fehlen dagegen die Belemniten, auch verteilen sich die Inoceramen auf das ganze Callovien.

---

[1] E. JAWORSKI, Beiträge zur Kenntnis des Jura in Südamerika. N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. Beil.-Bd. XXXVII.

[2] G. BOEHM, Die Südküsten der Sula-Inseln Taliabu und Mangoli. 4. Unt. Callovien. 1912.

[3] P. LEMOINE, Amm. du Jur. sup. du cercle d'Analalava (Madagascar). Mém. de Paléont. 5. 1910.

Muschelschalen mit erhaltener Farbe aus dem Malm Schwabens.

Von **K. Frentzen** in Karlsruhe.

Paul Oppenheim gibt im Zusammenhang mit seiner Abhandlung „Über die Erhaltung der Färbung an fossilen Molluskenschalen“ (dies. Centralbl. 1918. Heft 21—24) eine Liste der ihm bekannten bezw. in der Literatur erwähnten Molluskenschalen mit erhaltener Färbung. Aus der Juraformation führt der genannte Autor 10 Gasteropoden- und nur 1 Lamellibranchiaten-Art an, für die dieser Erhaltungszustand zutrifft. Dies erweckt den Eindruck, als ob Muscheln mit teilweise oder ganz erhaltener Ursprungsfärbung seltener seien, als es nach meinen Erfahrungen tatsächlich der Fall ist.

Aufsammlungen im Malm γ (*Reineckianus*-Schichten) in der Nähe von Unterkochen in Württemberg haben mir eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Muschelschalen geliefert, bei denen sich von einer Grundfarbe andersfarbige Zeichnungen abheben. Neben diesen 5 verschiedenen Arten angehörenden Resten mit ausgesprochener Farbzeichnung fanden sich nicht minder häufig Schalen von *Ostrea*, *Alectryonia* und *Pinna*, die zwar einfarbig, aber deutlich getönt sind. Ich rechne sie ebenfalls zu den Molluskenresten mit erhaltener ursprünglicher Färbung. Einerseits läßt dies ihre Beschränkung auf die die farbig gezeichneten Schalen führende Bank berechtigt erscheinen, andererseits hat eine Durchsicht der entsprechenden Fossilien aus anderen Schichten bezw. von anderen Fundorten ergeben, daß eine von der Einschlußmasse unabhängige, ausgesprochene Farbtönung, wie die Unterkochener Muscheln sie besitzen, sonst nirgends vorhanden ist. Bemerkenswert ist, daß in der erwähnten Bank, einer 0,20 m mächtigen tonig-kalkigen Schicht hart über der Ammonitenbreccie β/γ, sämtliche Muschelschalen mehr oder minder auffallende Farbspuren erkennen lassen. Den Grund hierfür erblicke ich in einer schnell erfolgten Sedimentbildung, die die Erhaltung zarter und leicht zerstörbarer Reste, z. B. der dünnen Conothek auf dem Phragmocon eines *Belemnites hastatus* Blainv. begünstigte.

Ich glaube die Abhandlung Oppenheim's willkommen zu ergänzen, wenn ich im folgenden eine Liste der mit Farbe erhaltenen Muschelschalen des oben genannten Fundortes gebe. Die Originale befinden sich sämtlich im Besitze der geologisch-mineralogischen Abteilung der Naturaliensammlung zu Karlsruhe in Baden.

A. Muschelschalen mit Farbzeichnung.

1. *Pecten* sp. cf. *P. cornutus* Qu.

Grundfarbe weiß. Ein breites braunrotes, konzentrisches Farbband in der unteren Schalenhälfte. Wirbelpartie mit Andeutung verwaschener, braunroter, konzentrischer Farbbänder.

2. *Plagiostoma Quenstedti* Moesch.

Syn.: *Plagiostoma* sp. Quenstedt, „Jura". Tab. 74 Fig. 14.

(2 Exemplare, beide mit lebhaft glänzender Schale.)

a) Schalenhöhe 12 mm. Grundfarbe hellweißgrau. Ein dunkelgraubraunes 3,5 mm breites Band zieht parallel dem Schalenrande. Der obere Bandrand setzt mit einem lebhaft rotbraunen, 0,5 mm breiten Streifen gegen die Grundfarbe der Schale ab. Die in der Wirbelpartie nur teilweise erhaltene Schale läßt gelbbraune Färbung mit Andeutung dunklerer, schmaler, konzentrischer Bänder erkennen.

b) Schalenhöhe 10 mm. Grundfarbe hellweißgrau. 0,5 mm über dem Schalenrand ein feiner, weißer, konzentrischer Strich, darüber ein 1 mm breites dunkelweinrotes, sich gegen den Wirbel zu aufhellendes Band. Es wird von nur mit bewaffnetem Auge erkennbaren Punktstreifen in der Schalengrundfarbe durchzogen. Der Wirbel ist bis zur halben Schalenbreite hinab dunkelweinrot.

3. *Plagiostoma ovatissimum* Qu.

Grundfarbe der Schale dunkelrotviolett. Zahlreiche dunklere, dünne Striche ziehen radiär vom Wirbel zum Schalenrande.

4. *Plicatula subserrata* Münst.

(4 Exemplare.)

Schalengrundfarbe fleischrot bis rötlichbraun. Zeichnung durch 1—3 konzentrische, breite, unscharf begrenzte Fleckenbänder von dunkelrotvioletter Farbe. Flecken und Bänder sind verwaschen, verfließen vielfach miteinander und überdecken dann mehr oder minder stark die Grundfarbe der Schale.

5. *Tellina* sp.

(4 Exemplare.)

Grundfarbe der Schale ein lichtes Grau. Verzierung durch konzentrische Farbstreifen wechselnder Breite. Zeichnung sehr variabel.

a) Schalenhöhe 20 mm. Schalenrand mit strichdünnem, rein weißem, an seinem Oberrand in dunkelrotbraun übergehenden Saum. Schale durch mehrere 0,5 mm breite, konzentrische, rein weiße Bänder gezeichnet. Gegen den Wirbel zu rücken die Bänder näher zusammen und wechseln mit dünnen gleichlaufenden, braunvioletten Linien ab.

b) Schalenhöhe 17,5 mm. Schalenrand strichdünn, rein weiß gesäumt. Anschließend ein 1,5 mm breites, braunrotes Band, das in seiner Mitte von einem feinen, weißen, ebenfalls konzentrisch verlaufenden Strich durchzogen ist. Wirbelpartie gelbbraun mit Andeutung konzentrischer, schmaler, dunkelviolettbrauner Farbbänder.

c) Schalenhöhe 19,0 mm. Schalenrand strichdünn, rein weiß gesäumt. Anschließend ein 1 mm breites, lebhaft gelbbraunes, konzentrisches Band. Wirbelpartie verwaschen gelbbraun.

d) Schalenhöhe 23,0 mm. Schalenrand mit 1 mm breitem, rein weißem Saum, der von zwei haarfeinen, schwarzen, konzentrischen Strichen durchzogen ist. Hierauf folgt ein 2,5 mm breites, braunviolettes, gegen den Wirbel zu heller werdendes Farbband. Den übrigen Teil der Schale durchziehen mehrere, schmale, an ihrem Unterrande jeweils durch einen feinen weißen Strich gesäumte und gegen die Grundfarbe abgesetzte, konzentrisch verlaufende braunrote Bänder. Wirbel gelbbraun.

6. *Tellina* (?),

eine dünnschalige, durch Druck stark deformierte Klappe.

Grundfarbe lichtweißgrau. Zeichnung durch ein breites und ein schmales, lebhaft ziegelrotes, konzentrisches Farbband. Der Unterrand des letzten ist durch einen haarfeinen, rein weißen Strich gesäumt.

B. Einfarbige Muschelschalen.

1. *Alectryonia rastellaris* Münst.

Schalenfarbe hellbraunviolett.

2. *Ostrea Roemeri* Qu.

Schalenfarbe jüngerer Individuen hellgrauviolett, älterer Individuen hellbraunviolett.

3. *Pinna* sp.

Schalenfarbe dunkelweinrot.

Erweiterte Lauemethode.

Von **R. Gross** in Hamburg.

Mit 14 Textfiguren.

1. Objekte des Verfahrens.

Zur röntgenometrischen Feststellung der atomistischen Struktur von einzelnen Kristallen und groben bis submikroskopisch feinen Kristallpulvern haben sich drei grundsätzlich verschiedene Methoden herausgebildet, die sich an die Namen Laue, Bragg, Debye-Scherrer knüpfen. Für die Untersuchungsobjekte ist bei der Debye-Scherrer-Methode das Vorhandensein sehr vieler, nach Zufall orientierter Kristallindividuen, bei der Bragg-Methode die vorherige Feststellung singulärer kristallographischer Richtungen (also goniometrische Meßbarkeit der Kristalle) erforderlich. Bei der Laue-Methode wurden bisher ebenfalls nur relativ große, zu Platten geschliffene Kristalle verwendet, für welche die primäre Röntgenstrahlrichtung in spezielle Lagen zu den vorausbestimmten Symmetrieelementen gebracht wurde.

Es sind hiernach alle kristallinen Objekte der Untersuchung zugänglich gemacht mit Ausnahme der unmeßbar kleinen oder aus anderen Gründen nicht kristallographisch orientierbaren Einzelindividuen. Gelegentlich der Untersuchung an künstlichen Kristalldrähten[1] ließ sich auch für die letztgenannten Objekte ein Verfahren zur röntgenometrischen Bestimmung der zentrosymmetrischen Symmetrieklasse bei Vorhandensein mindestens einer Symmetrieebene und günstigenfalls auch der Atomstruktur herausarbeiten. Die Methode erwies sich anwendbar auf kristallographische Seltenheiten (Tridymit, Hämoglobin, Melnikowit etc.), ferner für kristallographisch mangelhaft aufgeklärte Bildungen (natürliche und künstliche [auch metallische] Kristallhaare und -drähte) sowie zur Untersuchung solcher Substanzen, die Kanten und Flächen als Bezugsrichtungen nicht ausbilden, wie z. B. das Eis. Erforderlich war eine experimentelle und konstruktive Weiterbildung der Laue-Methode und in erster Linie ein genaues und wenig zeitraubendes Ausmeßverfahren der photographischen Platte.

2. Das Zyklometer.

Zur praktischen Feststellung der Orte der Beugungsflecken auf der photographischen Platte konstruierte ich das in Fig. 1 schematisch gezeichnete Instrument.

Auf die schwere Grundplatte A ist das starke eiserne Tischchen B unter einem Winkel von 40^0 aufgesetzt. In einem kreisförmigen Ausschnitt läßt sich der Metallring RR drehen und kann an acht unter dem Pult angebrachten Klötzchen mit der Hand geschoben werden. Ein in der Zeichnung verdeckter Hebel an der linken oberen Ecke des Pultes schaltet die Feineinstellungsschraube G ein. Der Ring RR trägt eine Gradeinteilung, die am Nonius der Pultplatte B auf 5′ genau ablesbar ist und umschließt eine fest eingekittete Glasplatte L, die zwei Klemmen MM trägt. Auf den zwei Stützen CC ist die zur Platte B parallele Bank D befestigt, auf welcher Schlitten E mit Hilfe der Schraube F verschoben wird. Die cm-Teilung auf der Bank D und der Nonius am Schlitten E geben den Ort des Schlittens auf 0,01 cm. Die Achse des Beobachtungsfernrohrs K, das mit dem Schlitten starr verbunden ist, steht senkrecht zum Pult B. Sie kann durch Schraube J um kleine Beträge senkrecht zur Längserstreckung der Bank verschoben werden. Die optische Einstellung erfolgt durch die Schraube H. Besonderes Augenmerk ist auf die optische Einrichtung des Beobachtungsfernrohrs K zu legen. Erfordert ist vor allem ein feines, parallaxefrei angebrachtes Fadenkreuz und eine möglichst lichtstarke, schwach verkleinernde Linsenkombination. Die Erfahrung

---

[1] R. Gross und N. Blassmann, Drahtförmige Kristalle von Wolfram. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLII. 728. (1919.)

zeigt, daß beim Aufsuchen sehr schwacher Flecken auf dem Photogramm eine Vergrößerung des Plattenkornes und dadurch bedingte Inhomogenität des Bildgrundes sehr störend wirkt. Für besondere Fälle ist eine leicht auswechselbare zweite vergrößernde Kombination vorgesehen. Um gleichmäßiges Licht durch die Glasplatte L in das Beobachtungsfernrohr K zu werfen, wurde nach anderen,

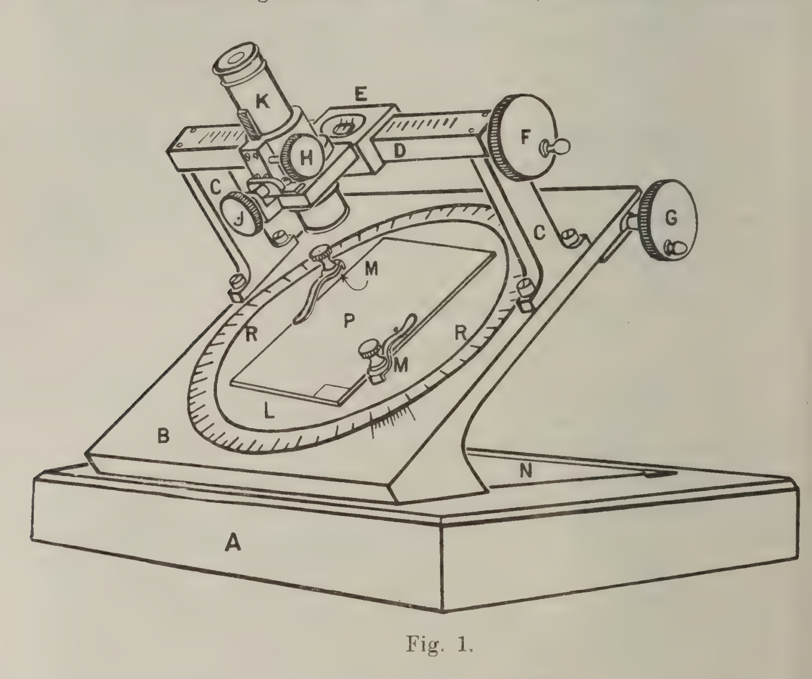


Fig. 1.

weniger zweckmäßigen Versuchen mit Spiegeln, Mattglas etc. bei N ein reinweißes Blatt Pappe (zum Schutz gegen Verschmutzen unter Glas) angebracht. Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß die Größe der Glasplatte L ausreichend ist, wenn darauf eine photographische Platte P im Format 9×12 aufgelegt werden kann.

3. Das Messen mit dem Zyklometer.

Bevor die photographische Platte aufgelegt wird, bringt man etwas Zigarrenasche auf das Zentrum der Glasplatte L und richtet in der üblichen Weise das Fernrohr K mit Hilfe der Schrauben J und F auf den Drehpunkt des Ringes R R ein. Der nun bei E abgelesene Wert ist Nullpunktsstellung des Instruments. Jetzt wird die photographische Platte P so aufgelegt, daß der Mittelpunkt des Primärflecks mit dem Schnittpunkt des Fadenkreuzes in der Nullstellung zusammenfällt. In der Regel ist zur Erzeugung

genügend intensiver Beugungsflecken so starke Belichtung notwendig, daß sich der Primärfleck bereits durch Solarisation aus seinem vollständig geschwärzten Verlaufhof heraushebt.

Die Platte wird nun in der geschilderten Weise festgeklemmt und die Ausmessung der Fleckenörter in leicht ersichtlicher Weise durch Drehung des Ringes R R und Verschiebung des Schlittens E vorgenommen. Man erhält so für jeden Punkt einen Azimutwinkel φ von beliebigem Nullazimut aus gezählt und einen linearen Abstand z in cm vom Mittelpunkt des Primärflecks aus, im folgenden kurz als Zentraldistanz bezeichnet.

4. Die sphärischen Koordinaten der Beugungsstrahlen.

Die Richtung der die einzelnen Beugungsflecken erzeugenden Beugungsstrahlen ist in allgemeinster Form durch die Koordinaten φ und ϱ eines sphärischen Systems anzugeben, dessen Achse die Richtung des Primärstrahls ist. Das Azimut φ kann am Zyklometer direkt abgelesen werden, die sphärische Poldistanz ϱ ist $= \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{z}{p}$, wo p den Abstand des Kristalls von der photographischen Platte bedeutet. Die Wahl des Punktes, den man als mathematischen Ort des Beugungsfleckes innerhalb des merklich ausgedehnten Schwärzungsfeldes festlegen muß, sowie der für p einzusetzende Wert ist durch folgende Regel gegeben:

a) Die Beugungsflecken vom Typ I, das sind solche, bei denen der Blendendurchmesser $\geqq t \cdot \operatorname{tg} \varrho$ ist (t ist die Dicke des Kristalls in der Primärstrahlrichtung), enthalten ein homogenes Schwärzungsfeld, das nach innen und außen von einem schwächeren Verlaufhof umgeben ist. Man mißt z vom Mittelpunkt des Primärflecks bis zum Mittelpunkt des inneren homogenen Schwärzungsfeldes und setzt p gleich dem Abstand der Kristallmitte von der Schichtseite der photographischen Platte.

b) Beugungsflecken vom Typ II, d. h. solche, bei denen $b \leqq t \cdot \operatorname{tg} \varrho$ ist, zeigen im Normalfall von innen nach außen ein anfängliches Ansteigen und dann wieder Ausklingen der Schwärzung. Hier rechnet man z vom Rand des Primärfleckes bis zum Punkte größter Schwärzung und p von der der photographischen Platte zugekehrten Kristalloberfläche bis zur photographischen Schicht [1].

5. Die Methode fortlaufender Photogrammserien.

Kann man den Primärstrahl von vornherein in einer definierten kristallographischen Richtung führen, so vollzieht sich die Indizesberechnung in der einfachen a. a. O. auseinandergesetzten Weise.

---

[1] Vgl. R. Gross, Ber. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl. Leipzig. **70**. p. 1—12 (Sitzung 7. Jan. 1918).

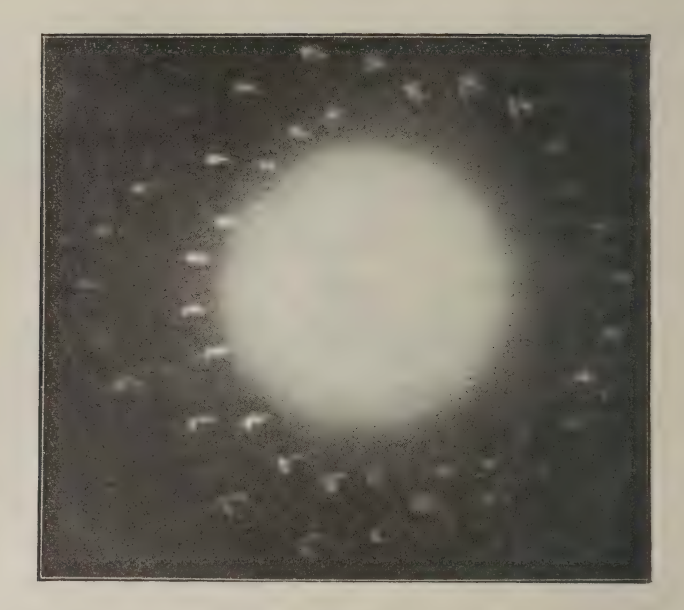


Fig. 2.

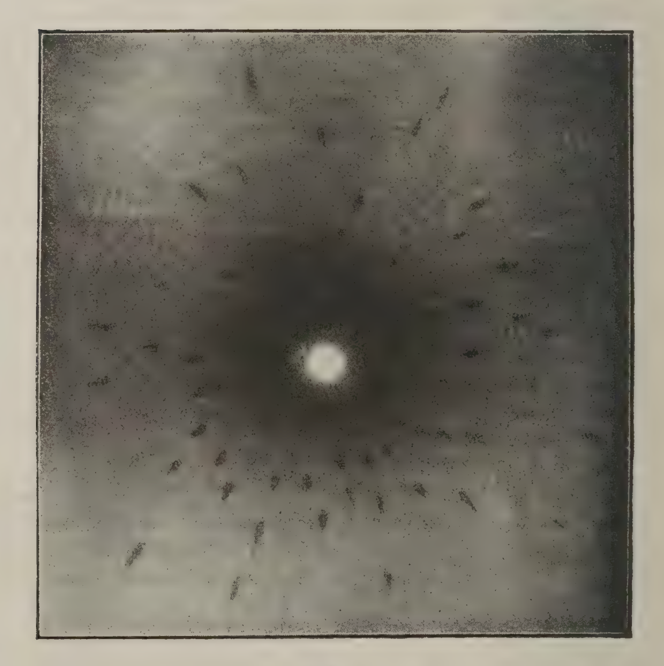


Fig. 3.

Für Objekte von der Art der unter 1. besonders aufgeführten ist dies zunächst unmöglich. Andrerseits lassen sich deutliche Lauephotogramme solcher Körper auch bei sehr geringem Durchmesser erzeugen, wenn die Röntgenröhre geeignet betrieben wurde[1]. So ist z. B. Fig. 2 das Lauephotogramm eines 0,004 cm starken Wolframdrahtes, Fig. 3 von einem 3 mg schweren Diamantkriställchen in 3^{min} hergestellt und das sehr schwache Bild durch Positiventwickelung hervorgerufen. Beide Photogramme sind der zufälligen Primärstrahlrichtung entsprechend asymmetrisch.

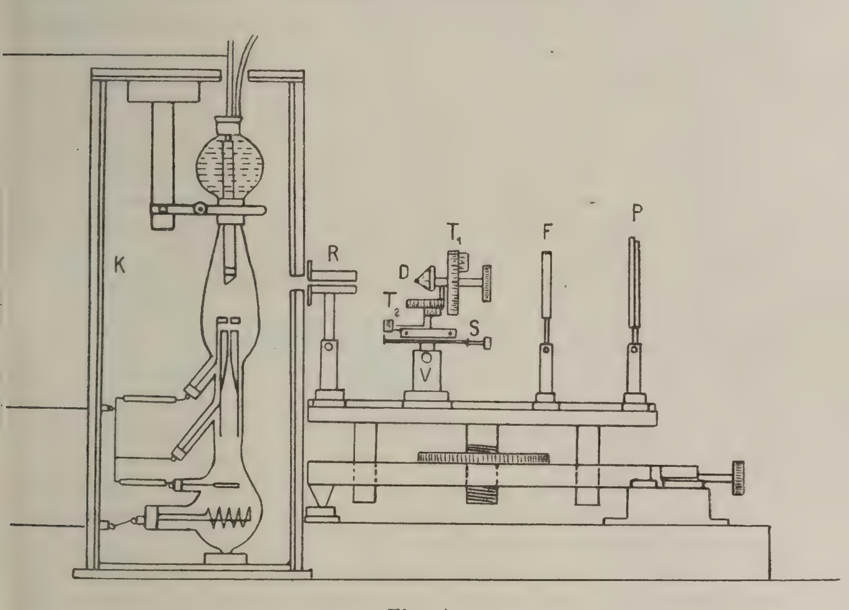


Fig. 4.

In solchen Fällen wird die Apparatur Fig. 4 benützt. Im Schutzkasten K ist die Röntgenröhre eingeschlossen. Durch die Röhrenblende R tritt ein dünnes Primärstrahlbündel aus. Das Untersuchungsobjekt wird auf dem Drehapparat bei D befestigt. Bei sehr geringem Durchmesser kann man es in Plastilina einschließen, die für Röntgenlicht genügend durchlässig ist. Durch die zwei zueinander senkrechten Teilkreise T_1 und T_2 ist die Orientierung der strukturellen Achsen des Präparats zur Primärstrahlrichtung, durch die beiden Kreuzschlitten S sowie durch die Stellschraube V die Zentrierung von D in bezug auf den Röntgenprimärstrahl möglich. Zur Einstellung wird ein fluores-

[1] R. Gross, a. a. O.

zierender Schirm nach F gebracht und D so verschoben, daß es bei einer vollen Umdrehung von T_1 und T_2 in der Mitte des vom Primärstrahl entworfenen hellen Scheibchens stehen bleibt.

Man macht nun das erste Photogramm bei willkürlicher Stellung von T_1 und T_2. F wird weggenommen und die photographische Platte P senkrecht zum Primärstrahl an Stelle des Schirms gesetzt. Der Abstand des Präparates D von P kann aus den Ablesungen der Schlittenskala bei S und der Skala an der optischen Bank abgelesen werden. Nun kann man für die n Beugungsflecken der ersten Aufnahme die Koordinaten $\varphi_{1,n}$ und $\varrho_{1,n}$ wie unter 3. berechnen. Jetzt wird der Teilkreis T_2 um $\psi_2{}^0$ verdreht und eine zweite Aufnahme gemacht. Die Koordinaten der n Beugungsflecken dieser Aufnahme seien $\varphi_{2,n}$, $\varrho_{2,n}$, wobei der um $\psi_2{}^0$ gegen den ersten verdrehte zweite Primärstrahl als Achse des jetzigen sphärischen Systems gilt. Ebenso erhalten wir für eine dritte Aufnahme die Beugungsflecken $\varphi_{3,n}$, $\varrho_{3,n}$, wobei der Primärstrahl und damit die Achse des bezüglichen Koordinatensystems um $\psi_3{}^0$ gegen das erste System verdreht sind u. s. f. Die Koordinaten der Lote der (nach Bragg'scher Vorstellung) für die Beugungsflecken als Spiegel in Betracht kommenden Netzebenen sind bezüglich $\varphi_{1,n}$, $(\varrho_{1,n} - 90)$; $\varphi_{2,n}$, $(\varrho_{2,n} - 90)$; $\varphi_{3,n}$, $(\varrho_{3,n} - 90)$ u. s. f. Die in den bezüglichen Systemen S_2, S_3 u. s. f. gemessenen Koordinaten werden nun in einer genauen stereographischen Projektion auf das System S_1 transformiert. Da jedoch voraussetzungsgemäß die kristallographischen Achsen anderweit nicht feststellbar sind, so können die kristallographischen Indizes der einzelnen spiegelnden Netzebenen erst dann angegeben werden, wenn der Symmetriecharakter des untersuchten Objektes aus der Schar der vorhandenen Beugungsflecken erkannt wird.

Die auf einem Lauephotogramm möglichen Beugungspunkte sind außer von den durch die Struktur gegebenen Bedingungen noch durch die Forderung $\varrho_{max} > \varrho > \varrho_{min}$ eingeengt, wobei ϱ_{min} die Stelle des Photogramms bezeichnet, an welcher der zentrale Überlichtungshof beginnt, während ϱ_{max} durch das Zusammenwirken des Lorenzfaktors, Debyefaktors und der Empfindlichkeitsschwelle der photographischen Platte bestimmt wird. Um jede Primärstrahlrichtung legt sich also ein Ring, in dem die Lote der spiegelnden Flächen ausstechen. Ist bei einer zweiten Aufnahme der Primärstrahl so orientiert, daß diese geometrischen Örter der möglichen Beugungsflecken sich teilweise überdecken, so wird, den Gesetzen des Lauephotogramms zufolge die Mehrzahl der in dem gemeinsamen Bereich liegenden Flächen auf beiden Photogrammen vorhanden sein. Dabei kann die Intensität eines und desselben Beugungsfleckes auf verschieden orientierten, im übrigen vergleichbaren Aufnahmen stark variieren. Sie ist also keine von der Richtung des Primärstrahls unabhängige Größe.

6. Aufsuchen der ersten Symmetrieebene.

Um aus der sehr unübersichtlichen Schar der auf einer Photogrammserie spiegelnd wirksamen Netzebenen diejenige Symmetrieklasse herauszufinden, die unter den 11 röntgenometrisch unterscheidbaren für das Objekt zutrifft, prüft man zweckmäßig, ob überhaupt eine Symmetrieebene vorhanden ist.

Man macht zu diesem Zweck eine fortlaufende Serie von Photogrammen, wobei man von Aufnahme zu Aufnahme den Teilkreis T_1 so verdreht, daß sich die zu erwartenden Fleckenfelder möglichst lückenlos überdecken (Fig. 5 stereographische Projektion).

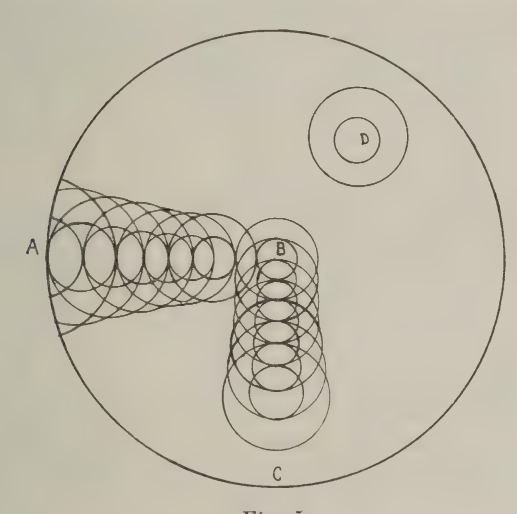


Fig. 5.

Man erhält so einen Überblick über einen ca. 40^0 breiten Gürtel, in dem die Orte der dichteren Netzebenen bekannt sind.

Zur Entscheidung der Frage, ob der Gürtel über eine Symmetrieebene hinweggeht, werden die spiegelnden Netzebenen wie in Fig. 6 zyklographisch projiziert. Die Netzebenen erscheinen als Großkreise und schneiden sich in einem Punkt, z. B. Z_1, Z_2, wenn sie tautozonal sind. Das Vorhandensein einer Symmetrieebene wird jetzt dadurch erkennbar, daß die Schnittpunkte der zu zwei Zonen gehörigen Flächenprojektion auf einem Großkreis liegen, z. B. S_1, S_2, S_3, S_4. Der Großkreis $S_1\,S_2\,S_3$ ist die Projektion der Symmetrieebene. Die auf solche Weise einander zugeordneten Flächen brauchen wegen der zufälligen Lagen der bilderzeugenden Primärstrahlen nicht intensitätsgleich zu sein. Die Richtigkeit des Verfahrens wird selbst dadurch nicht gestört, daß für die eine oder andere der zu Z_1 gehörigen Ebenen ein Korrelat in Z_2 fehlt.

Der hierdurch etwa fälschlich vermutete Symmetriecharakter steht zu dem wirklichen wie die Meroedrie zur Holoedrie, worüber bei den folgenden Aufnahmen in speziellen kristallographischen Richtungen endgültig Entscheidung getroffen wird.

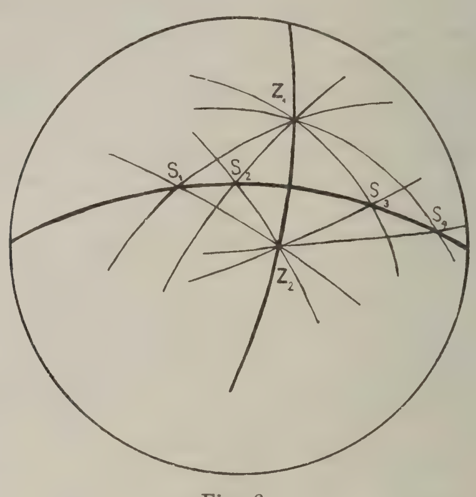


Fig. 6.

Die dabei erhaltenen Photogramme verteilen sich in symmetrischer Hinsicht auf die 10 Klassen der Flächensymmetrie. Sie verhalten sich wie die zur Wirtelachse senkrechten Ebenen in den Klassen C_1, C_2, C_3, C_4, C_6, C_1^v (= S), C_2^v, C_3^v, C_4^v, C_6^v der Körpersymmetrie.

7. Bestimmung der weiteren Symmetrieelemente.

I. Wurde mit den 16 Aufnahmen, deren Primärstrahlkoordinaten (auf ein sphärisches System bezogen, in welchem der Primärstrahl der ersten Aufnahme Achse ist) Φ = const., $P = 0, 10, 20 \ldots\ldots$ 130, 140, 150 sind, keine Symmetrieebene berührt, so kommen als bezügliche zentrosymmetrische Klassen trigonal-rhomboedrisch und triklin-pinakoidal in Frage.

I A. Liegt trigonal-rhomboedrisch (C_3^i) vor, so treten auf dem gesichteten Probegürtel zwei Flächenkonfigurationen heraus, die kongruent, aber gegen die Längserstreckung des Probegürtels verdreht sind. Das Aufsuchen der gleichen Konfiguration kann allerdings nur durch Übertragen der Pole spiegelnder Netzebenen auf die Kugel erfolgen. Sind nun zweimal zwei Beugungsflecken $F_1 F_1'$ und $F_2 F_2'$ als symmetrisch zugeordnet erkannt, so liegt der Ausstichpunkt der trigonalen Achse dort, wo sich die mittelsenkrechten Großkreise auf $F_1 F_1'$ und $F_2 F_2'$ schneiden. Hat diese Stelle die

Koordinaten Φ, P, so muß eine Aufnahme in der Primärstrahlrichtung Φ, P das dreizählige Bild Fig. 7 ergeben[1].

I B. Sind gleiche Konfigurationen auf dem Probegürtel überhaupt nicht vorhanden, so gehört das Objekt der triklin-pinakoidalen Röntgensymmetrieklasse (S_2) an.

II. Hat man nach der unter 6. gegebenen Methode die erste Symmetrieebene erkannt und durch die Gleichung

$$\operatorname{tg} \varrho = \mathrm{m} \sin (\varphi - \mu)$$

festgelegt, wobei m und μ zwei für die Symmetrieebene charakteristische, eventuell aus der stereographischen Projektion zu entnehmende Konstanten sind, so macht man eine weitere Aufnahme, deren Primärstrahl senkrecht zur Symmetrieebene steht, also $\Phi = \mu - 90^0$, $P = 90^0 - \operatorname{arc\,tg} \mathrm{m}$. Das Photogramm zeigt nun einen der 6 in Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 14 angegebenen Symmetriecharaktere.



Fig. 7.

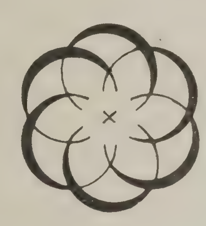


Fig. 8.

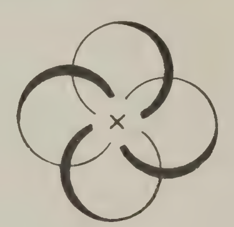


Fig. 9.

II A. Im Falle der Fig. 8 ist die Bestimmung erledigt. Das Objekt gehört zur hexagonal-bipyramidalen Röntgensymmetrieklasse (C_6^h) und wird, da es nur eine Symmetrieebene besitzt, senkrecht zu dieser notwendig das Bild Fig. 8 ergeben müssen.

II B. Das nämliche gilt im Falle der Fig. 9: tetragonal-bipyramidale Röntgensymmetrieklasse (C_4^h).

II C. Auch ein Photogramm von der Symmetrie der Fig. 10 wäre eindeutig und ließe auf die dihexagonal-bipyramidale Röntgensymmetrieklasse (D_6^h) schließen. Im Gegensatz zu II A und II B muß dieser günstige Fall aber nicht gleich erreicht werden. Voraussetzung für dieses Resultat wäre, daß die erste gefaßte Symmetrieebene Hauptsymmetrieebene war. Es ist möglich und wegen der sechsmal größeren Häufigkeit der Neben- und Zwischen-

---

[1] Die Fig. 7—14 dienen lediglich zur Veranschaulichung des Symmetriecharakters des entsprechenden Lauephotogramms. Die eingezeichneten Kreise können die Örter tautozonaler Beugungsflecken versinnlichen, während die Linienstärke des Kreises die jeweilige Dichte der Fleckenaneinanderreihung auf ihm andeuten möge.

symmetrieebenen auch sechsmal wahrscheinlicher, daß eine von diesen als erste Symmetrieebene festgestellt wurde. Diese Alternative wird unter II F diskutiert.

II D. Ebenso wie unter II C geschildert, liegen die Verhältnisse im Fall der Fig. 11. Auch hier besteht noch eine wahrscheinlichere Alternative, die in II F diskutiert wird. Im Gegensatz zu II C ist der besondere Glücksfall der Fig. 11 nicht eindeutig.



Fig. 10.

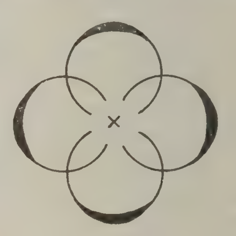


Fig. 11.

Das Photogramm besitzt 2 Paare von Symmetrieebenen. Man macht eine weitere Aufnahme, in der der Primärstrahl der Fig. 11 um 45^0 in einer der Symmetrieebenen des einen Paares verdreht ist, sodann eine Aufnahme, in der der Primärstrahl der Fig. 11 um 45^0 in einer der Symmetrieebenen des anderen Paares verdreht ist.

II D a. Von den beiden letzten Aufnahmen wird eine Fig. 12 ähneln und eine der Fig. 13, wenn die hexakisoktaedrische Röntgensymmetrieklasse (O^h) vorliegt.

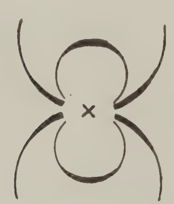


Fig. 12.



Fig. 13.

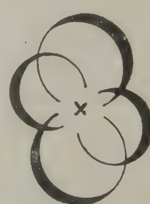


Fig. 14.

II D b. Dagegen deuten zwei verschiedene Photogramme, beide vom Symmetriecharakter der Fig. 13, auf ditetragonal-bipyramidale Röntgensymmetrie (D_4^h).

II E. Ein Photogramm vom Symmetriecharakter der Fig. 14 mit einer zur ersten erkannten Symmetrieebene senkrechten Primärstrahlrichtung ist ebenfalls zweideutig. Die Entscheidung gibt ein Probegürtel fortlaufender Photogramme senkrecht zur ersterkannten Symmetrieebene.

II E a. Findet sich in diesem Probegürtel eine Symmetrieebene, so haben wir es mit der ditrigonal-skalenoedrischen Röntgensymmetrieklasse (D_3^d) zu tun.

II E b. Liegt keine weitere Symmetrieebene vor, so ist die bezügliche Röntgensymmetrieklasse monoklin-prismatisch (C_2^h).

II F. Bei weitem am vieldeutigsten ist die Aufnahme vom Typ Fig. 12 mit der Primärstrahlrichtung senkrecht zur ersten Symmetrieebene. Das Bild enthält zwei ungleiche, sich kreuzende Symmetrieebenen, von denen die horizontale kurz als MM-, die vertikale als NN-Ebene bezeichnet sei. Wir machen nun zwei weitere Aufnahmen, eine, bei der der Primärstrahl der Fig. 12 in MM um 90°, eine zweite, bei der er in NN um 90° gedreht ist.

II F a. Liegt dihexagonal-bipyramidaler Charakter (D_6^h) des Objekts vor, so wird ein Photogramm der Fig. 10 ähnlich, das zweite der Fig. 12, soweit die Symmetrie in Frage kommt. Im übrigen ist das letzte Photogramm von Fig. 12 verschieden.

II F b. Liegt rhombisch-bipyramidale Röntgensymmetrie vor (V_h), so werden die beiden letzten Photogramme vom Typ der Fig. 12, aber alle drei Bilder untereinander verschieden.

II F c. Im Falle der dyakisdodekaedrischen Röntgensymmetrieklasse (T_h) werden die drei Bilder symmetrisch wie Fig. 12 und auch in den übrigen Eigenschaften vollkommen gleich, nur haben die MM- und die NN-Symmetrieebene in beiden zusätzlichen Photogrammen ihre Rollen in charakteristischer Weise vertauscht. Schließlich bleibt noch die Möglichkeit

II F d. Die eine der zusätzlichen Aufnahmen zeigt den Symmetriecharakter der Fig. 11, die zweite, nehmen wir an, es sei diejenige, bei der der Primärstrahl in der NN-Ebene verdreht wurde, liefert in jeder Hinsicht das gleiche Bild wie Fig. 12 in der Weise, daß die NN-Ebene hier und in Fig. 12 die gleiche Rolle spielt. Auch dies Resultat ist noch zweideutig. Wir machen ein letztes Photogramm, indem wir den Primärstrahl der Fig. 12 um 45° in der NN-Ebene verdrehen.

II F d 1. Liefert die letzte Aufnahme ein Photogramm vom Symmetriecharakter der Fig. 11 (das außerdem mit dem vorher am gleichen Objekt erhaltenen Photogramm vom Typ Fig. 11 in jeder Hinsicht gleich ist), so ist die bezügliche Röntgensymmetrieklasse die hexakisoktaedrische (O^h).

II F d 2. Liegt die ditetragonal-bipyramidale Klasse (D_4^h) vor, so ähnelt das letzte Photogramm der Symmetrie nach Fig. 12, ist aber in den übrigen Eigenschaften verschieden.

8. Schluß.

Nach diesen Feststellungen ist die zentrosymmetrische Kristallklasse und damit das Kristallsystem gegeben, dem das Objekt zugezählt werden muß. Die gebräuchlichen kristallographischen Achsensysteme lassen sich nun leicht in der richtigen Lage zu den Symmetrieelementen einzeichnen. Dagegen ist in den Systemen, in denen das Achsenverhältnis Freiheitsgrade besitzt, die Auswahl

der durch die Flächen hervorgerufenen Einheitsabschnitte vieldeutig. Man benennt willkürlich einen Beugungsfleck mit 111, resp. $10\bar{1}1$, der aus Symmetriegründen als primäre Pyramide angesprochen werden kann und bestimmt die übrigen Indizes in der gleichen Weise, wie man dies bei goniometrischen Messungen zu tun pflegt.

Ob das gewählte Achsenverhältnis $\alpha a : \beta b : \gamma c$ tatsächlich dem Verhältnis der Translationen $a : b : c$ im Kristall entspricht, ob also $\alpha = \beta = \gamma = 1$ ist, oder ob für α, β, γ unabhängig voneinander eine Zahl aus der Reihe ... 1, 2, 3 ... eingesetzt werden muß, bleibt bei dieser Methode ebenso unsicher wie bei der Berechnung aus gewachsenen Kristallflächen. Einen Fingerzeig geben hier nur die rechnerischen Auswertungen unter Herausarbeitung eines bestimmten Gitters [1]. Die erweiterte LAUE-Methode macht also auch die letzte Art kristalliner Objekte, die sich der Röntgenuntersuchung bis jetzt widersetzten, zugänglich.

Die Langwierigkeit des Verfahrens, das im schlimmsten Fall für D_3^d und C_2^h 20, für C_4^h, C_6^h, C_3^i und S_2 höchstens 16, für alle anderen 8 und weniger als 8 Aufnahmen benötigt, wird durch die Leistungsfähigkeit der modernen Hochvakuumröhren im Verein mit entsprechenden Entwicklungsmethoden kompensiert.

9. Zusammenfassung.

1. Es wird ein Instrument zur Ausmessung der Lauephotogramme beschrieben,
2. eine Apparatur zur röntgenometrischen Bestimmung einzelner sehr kleiner kristallographisch unorientierbarer Objekte angegeben,
3. eine Anweisung zum systematischen Aufsuchen der Symmetrieelemente ausgearbeitet.

Greifswald, Mineralogisches Institut, den 10. Mai 1919.

Bei der Redaktion eingegangen am 27. Juli 1919.

[1] Vgl. R. GROSS, dies. Centralbl. „Das Lauephotogramm des Eises.“ (1919.) No. 13 u. 14. p. 201.

Personalia.

Gewählt: Geheimer Bergrat Prof. Dr. **Hugo Bücking**, früher in Straßburg jetzt in Heidelberg, von der preußischen Akademie der Wissenschaften zum korrespondierenden Mitgliede ihrer physikalisch-mathematischen Klasse. — Geheimer Bergrat Prof. Dr. **J. Pompeckj** von der preußischen Akademie der Wissenschaften zum ordentlichen Mitgliede ihrer physikalisch-mathematischen Klasse.

Gestorben: Prof. Dr. **Josef Krenner**, Direktor der mineralogischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums in Budapest, am 16. Januar 1920.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage?

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Mit 1 Textfigur.

Auf den ersten Blick scheinen die aufgewachsenen Kristalle ohne jedes Gesetz zu ihrer Unterlage angeordnet zu sein.

Sollte es jedoch nur Zufall sein, daß alle säuligen, stengeligen und nadeligen Kristalle stets mit einem Ende ihrer Hauptrichtung, daß alle tafeligen Kristalle stets mit dem Rande der Tafel aufgewachsen sind?

Daß hier eine beachtenswerte Erscheinung vorliegt, dürfte Frankenheim zuerst ausgesprochen haben. In seiner „Lehre von der Kohäsion"[1] schreibt er: „Selbst auf unkristallisierten Substanzen lagert sich eine kristallisierende Substanz nicht ganz willkürlich ab. Das Kochsalz legt sich immer mit einer Würfelfläche auf den Boden des Gefäßes; ebenso legen sich andere Kristalle mit einer für alle identischen Fläche auf den Boden auf, und nicht etwa wegen der Schwere; denn mit derselben Fläche legen sie sich auch auf die Seitenwände des Gefäßes. In dem horizontalen Querschnitt sieht man jedoch nichts Konstantes, ihre Kanten nehmen jede Richtung an."

Einen Erklärungsversuch gibt Frankenheim (a. a. O. p. 362) in folgendem Satz: „Die Kristallisationskraft[2] bestimmt die Art der Verbindung aller Wahrscheinlichkeit nach auch zwischen einem Kristalle und einem festen Körper, bei dem man keine Kristallisation wahrnehmen kann."

Wir wollen hier nur einige auf diese Erscheinung bezügliche, meist in jedem Lehrbuche der Mineralogie zu findende Tatsachen zusammenstellen und zusehen, welche Schlüsse sich daraus ziehen lassen.

---

[1] M. L. Frankenheim, Die Lehre von der Kohäsion. Breslau 1835. p. 355.

[2] Was Frankenheim unter dieser Kraft versteht, hat er p. 357 mit bemerkenswerten Worten ausgeführt.

Kristall	Tracht	Spaltbarkeit	Aufwachsstelle
Epidot	fast immer nach der b-Achse gestreckt	(001) (100)	meist mit einem Ende der b-Achse aufgewachsen
Skolezit . . .	säulig bis nadelig nach der c-Achse	(110)	mit dem analogen Pol der c-Achse aufgewachsen
Glimmer . . .	tafelig nach der Basis	(001)	Tafeln stets am Rande festgewachsen
Turmalin . . .	meist gestreckt nach der Hauptachse; auch gedrungene Säulen (Andreasberg)	$(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}0)$	meist an einem Ende der Hauptachse aufgewachsen; die gedrungenen Säulen von Andreasberg mit $(10\bar{1}0)$ festgewachsen [1]
Topas	meist gestreckt nach der c-Achse	(001)	mit einem Ende der c-Achse aufgewachsen
Kieselzinkerz .	meist nach der c-Achse gestreckt	(110)	meist mit dem antilogen Pole der c-Achse aufgewachsen
Eisenglanz . .	häufig tafelig nach der Basis	—	Tafeln stets am Rande festgewachsen
Cölestin . . .	meist nach der a- oder b-Achse gestreckt	(001) (110)	die nach der a-Achse gestreckten Kristalle mit einem Ende der a-Achse, die nach der b-Achse gestreckten mit einem Ende dieser Achse festgewachsen
Weinsäure . .	—	(100)	nach der c-Achse gestreckte Kristalle mit einem Ende dieser Achse aufgewachsen [1]
Traubenzucker	—	—	stets mit dem leichter löslichen Ende der Orthoachse aufgewachsen (Becke) [2]

Ich möchte aus den angeführten Tatsachen zunächst folgenden Schluß ziehen: Der Kristall hat das Bestreben, sich mit einer vorherrschenden rationalen Richtung senkrecht zur Unterlage zu stellen. An natürlichen Vorkommen fehlt jegliche Messung, die für die vorliegende Frage von Bedeutung wäre. Es dürfte in den meisten Fällen auch schwer sein, an natürlichen

[1] A. Johnsen, Über radialstrahlig gruppierte Muscovitkristalle. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1908. p. 504—506.

[2] Min. u. petr. Mitt. 10. 1889. p. 492.

Vorkommen die Richtung der Unterlage ausreichend festzulegen. Die volle Klärung der Frage werden nur Kristallisationsversuche auf künstlichen ebenen Flächen erbringen.

[Zwei Versuche seien hier eingefügt: Bringt man einen Tropfen NaCl-Lösung auf einen Objektträger, so erscheinen beim Auskristallisieren unter dem Mikroskope Rechtecke. Setzt man zur NaCl-Lösung NaOH in größerer Menge zu und läßt kristallisieren, so sind unter dem Mikroskope fast nur Dreiecke mit abgestumpften



NaCl-Würfel aus NaOH auf Glas (16:1).

Ecken zu erkennen (Figur). Der zweite Versuch wurde in einer Kristallisierschale zur Gewinnung makroskopischer Kristalle wiederholt. Die sich bildenden Kristalle waren Würfel mit scharfen Kanten und Ecken, die zum größten Teil mit einer Ecke aufsaßen. Die Lage der Auflagefläche zu den Würfelflächen wurde an einer großen Zahl der Kristalle am zweikreisigen Goniometer bestimmt und als die der Oktaederfläche erkannt. NaCl kristallisiert also aus NaOH in Würfeln aus, die in der Mehrzahl mit einer Oktaederfläche auf der Glasunterlage aufsitzen.

Retgers schreibt in der Zeitschr. f. phys. Chem. 9. p. 295: „Sehr merkwürdig ist jedoch die Erscheinung (welche außer beim NaCl, auch bei KCl, KBr, KJ usw. angetroffen wird), daß nur eine der Würfel-

ecken durch eine Oktaederfläche[1] abgestumpft wird, welch letztere oft auffallend stark entwickelt ist, so daß hierdurch bisweilen fast ein Drittel des ganzen Würfels wie weggeschnitten ist, während die übrigen Würfelecken vollkommen scharf sind, ohne jede Spur von Oktaederecken.“

Die Oktaederfläche dürfte in allen diesen Fällen auch die Aufwachsfläche der Kristalle gewesen sein. Ähnlicher Ansicht ist auch KÖRBS[2], der jedoch meint, daß nur die an der Grenzfläche Lösung — Luft sich bildenden Kristalle diese Erscheinung aufweisen.

Auf die gleiche Erscheinung ist der Irrtum LEHMANN's[3] zurückzuführen, daß $NaCl$ aus $NaOH$ in Oktaedern kristallisiert. Deshalb ist jedes Urteil über die Kristalltracht auf Grund mikroskopischer Beobachtung mit größter Vorsicht aufzunehmen.]

Beim Betrachten der obigen Zusammenstellung fällt auf, daß die meisten Kristalle am Rande einer ausgezeichneten Spaltfläche aufgewachsen sind; dies gilt vor allem für Glimmer. Beim Cölestin, der ebenfalls meist mit dem Rande der vollkommenen Basisspaltfläche festgewachsen ist, wird noch eine Besonderheit in diesem Aufwachsen erkennbar, je nachdem der Kristall in dieser Spaltfläche gestreckt erscheint: die nach der a-Achse gestreckten wachsen mit einem Ende der a-Achse auf, die nach der b-Achse verlängerten mit einem Ende dieser Achse. Schneiden sich zwei gute Spaltflächen, so wächst der Kristall meist mit einem Ende der den Spaltflächen gemeinsamen Linie auf, wobei noch eine Verschiedenheit der beiden Richtungen von Bedeutung sein kann (Skolezit analoger Pol).

Dieser beachtenswerte Zusammenhang einer ausgezeichneten Spaltfläche mit der Aufwachsfläche fehlt beim Topas; obwohl dieses Mineral nach der Basisfläche sehr gut spaltet, ist es vorherrschend mit einem Ende der Hauptachse aufgewachsen.

Die Spaltflächen sind als Flächen der Kristallstruktur anzusehen, die durch große Netzdichtigkeit ausgezeichnet sind. Daß solche Flächen auch in der Kristallgestalt besonders zum Ausdruck kommen, liegt nahe, muß aber nicht unbedingt der Fall sein, da auf die Tracht auch die äußeren Wachstumsbedingungen neben der Kristallstruktur stark an Einfluß gewinnen können. Dieser Einfluß

---

[1] Anm. von RETGERS: „Ob diese Fläche wirklich eine Oktaederfläche ist, ist mir noch nicht ganz klar. Zwar kommt die Lage, so weit man es ohne Messungen beurteilen kann, ungefähr mit der Oktaederfläche überein und ist die Fläche gewöhnlich glatt und eben; sie ist jedoch bisweilen rauh (mit treppenförmigen Absätzen) und schwach gewölbt. Jedenfalls ist soviel sicher, daß die Erscheinung nicht zu identifizieren ist mit der Bildung echter Oktaeder, wie sie z. B. in harnstoffhaltiger Lösung auftreten.“

[2] A. KÖRBS, Beobachtungen über Variation der Kristalltracht des Chlornatriums. Diss. Leipzig 1907. p. 28.

[3] O. LEHMANN, Molekularphysik. 1. p. 300.

der äußeren Wachstumsbedingungen könnte beim Topas so groß sein, daß dieses Mineral trotz seiner guten Spaltbarkeit nach der Basis meist senkrecht zu dieser Fläche gestreckt ist.

Von allgemeinerer Bedeutung als die Spaltbarkeit werden also in vorliegender Frage die Wachstumsverhältnisse sein. Daß ein Kristall in einer Richtung besonders ausgebildet erscheint, ist nur durch größere Wachstumsgeschwindigkeit nach dieser Richtung im Vergleich zu den anderen Richtungen zu deuten; in einer tafeligen Ausbildung wird größere Wachstumsgeschwindigkeit nach mindestens zwei Richtungen zum Ausdruck kommen. Bei der wohl berechtigten Voraussetzung einer Verschiedenheit der Oberflächenspannung auf verschiedenen Teilen der Kristalloberfläche dürfte die Annahme einer größeren Oberflächenspannung auf solchen Teilen der Kristalloberfläche zu Recht bestehen, die besonders starkes Wachstum aufweisen. Daraus würde sich der Satz ableiten, daß *Kristalle auf ihrer Unterlage meist mit solchen Stellen ihrer Oberfläche aufwachsen, die besonders große Oberflächenspannung (bezogen auf die Grenzfläche Kristall — Lösung) besitzen.* Ob eine Einschränkung dieser Regel durch Berücksichtigung des Verhältnisses der Oberflächenspannungen der Kristallflächen gegenüber der festen Unterlage erforderlich ist, muß vorläufig eine offene Frage bleiben. Da meist die Hauptwachstumsrichtungen in den Spaltflächen liegen, würde sich so der oben angeführte Zusammenhang der Spaltflächen mit der Aufwachsfläche leicht erklären.

Ich möchte noch auf eine bemerkenswerte Beobachtung Becke's hinweisen, daß nämlich Traubenzuckerkristalle stets mit dem leichter löslichen Ende aufwachsen. Wenn die Annahme der Reziprozität des Lösens und Wachsens von Kristallen, wie es mir scheint, zu Recht besteht, so würde sich diese Erscheinung auch so ausdrücken lassen, daß Traubenzuckerkristalle stets mit dem Orthoachsenende aufwachsen, an dessen Austrittsstelle die größere Oberflächenspannung vorhanden ist.

Mit der Becke'schen Beobachtung am Traubenzucker stimmt auch das Aufwachsen der nach der c-Achse gestreckten Weinsäurekristalle mit einem Ende dieser Achse überein, wie sich aus den Messungen der Lösungsgeschwindigkeiten durch Körbs[1] klar ergibt:

$$(100) : (10\bar{1}) : (110) : (1\bar{1}0) : (101) : (011) : (001) :$$
$$1{,}00 : 1{,}29 : 1{,}49 : 1{,}55 : 1{,}63 : 1{,}68 : 1{,}76.$$

Die fast ausnahmslose Aufwachsung der Zwillingskristalle mit ihrem *ausspringenden* (und *nicht* dem *einspringenden*)

[1] A. Körbs, Über die abweichende Lösungsgeschwindigkeit verschiedenartiger Kristallflächen in Wasser. Diss. 1907. p. 20.

Winkel dürfte als besonderer Fall des Satzes über die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle anzusehen sein.

Während z. B. ein nach der Hauptachse gestreckter einfacher einachsiger Kristall seine größte Wachstumsgeschwindigkeit in der Richtung dieser Achse besitzt und stets mit einem Ende der Hauptachse senkrecht zur Unterlage aufgewachsen ist, sind zwei Kristalle von gleicher Kombination, die zu einem Zwilling mit gekreuzten Achsen verbunden sind, fast immer nach der Symmetrielinie der Hauptachsen verzerrt[1], d. h. nach dieser Richtung am stärksten gewachsen, so daß nach unserem Satze über die Aufwachsung der Kristalle der Zwilling auch mit der Symmetrielinie der Hauptachsen senkrecht zur Unterlage stehen muß. Daß nun meist das Ende der Symmetrielinie mit dem ausspringenden Winkel an der Unterlage aufsitzt, dürfte sich daraus erklären, daß im Schnittpunkte der Hauptachsen, d. h. der Hauptwachstumsrichtungen eine Verstärkung der Kristallisationskraft und damit eine größere Oberflächenspannung an diesem Ende wahrscheinlich ist.

Zum Schluß möchte ich den Satz über die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle in folgender Form aussprechen:

Jeder ungestört aufwachsende Kristall nimmt zu seiner Unterlage eine Gleichgewichtslage an, die durch seine Oberflächenenergie bestimmt ist.

Frankenheim (a. a. O. p. 356, 357) war geneigt, die Art der Aufwachsung für die einzige Ursache der verschiedenen Tracht eines Kristalles zu halten. Ich möchte im Gegensatze dazu den Satz aufstellen, daß die Art der Aufwachsung von der Kristalltracht abhängt (Turmalin, Cölestin), genetisch gesprochen, von den wechselnden Wachstumsbedingungen. Ein Einfluß der Aufwachsung auf die Kristallgestalt ist selbstverständlich nicht zu leugnen; in vielen Fällen wird er in einer Verzerrung zum Ausdruck kommen.

---

[1] F. Becke, Über die Ausbildung der Zwillingskristalle. Fortschritte. **1**. 1911. p. 68 ff.

Bei der Redaktion eingegangen am 28. November 1919.

Über die im Harzburgit bei Harzburg aufsetzenden Gänge und ihre Beziehungen zum Nebengestein.

(Gänge von Gabbropegmatit, „dynamometamorphem" Gabbropegmatit, Carcaro, Nephrit, Faserserpentin und Quarzdiorit mit ausgelaugtem Quarz.)

Von **J. Fromme** in Egeln.

Mit 2 Textfiguren.

In meiner Arbeit über die Entstehung des Nephrites und des Carcaro von Harzburg hatte ich die Frage aufgeworfen, ob die den Harzburgit des Forstortes Koleborn durchsetzenden Carcarogänge überhaupt echte Gänge seien (Lit.-Verm. 1915, p. 436). Diese Fragestellung war deshalb begründet, weil dort carcaroreiche Gesteinslinsen vorkommen, die ringsum abgeschlossen und mit Harzburgit berindet sind, z. T. allmählich in diesen übergehen. Die Linsen weisen jedenfalls darauf hin, daß die Entstehungsart des Harzburger Carcaro noch nicht in allen Teilen geklärt ist.

Aus diesem Grunde erschien mir ein erneutes Studium an Ort und Stelle, und zwar auf breiterer Grundlage als bisher notwendig. Letztere glaubte ich dadurch gewinnen zu können, daß ich möglichst alle, in dem etwa 100 m langen Harzburgitaufschluß vorhandenen, z. T. ganz verschiedenartigen Gänge berücksichtigte und ihre Beziehungen zum Nebengestein ermittelte. Ende des Sommers 1915 führte ich die Untersuchung aus.

Alle Gänge in dieser Weise zu prüfen, erwies sich jedoch der großen Zahl wegen schon beim ersten Versuch als unmöglich; ich mußte mich deshalb auf die wichtigsten beschränken. Von solch systematischem Vorgehen durfte ich aber wohl die Beantwortung obiger Frage sowie ferner auch die endgültige Feststellung erhoffen, ob überhaupt und welcher Art Eruptivgänge für die Entstehung des Nephrites und des Carcaro von Bedeutung seien.

Welter war in Anwendung der Steinmann'schen Bildungstheorie des ligurischen Nephrites (1908) zu der Auffassung gelangt, daß auch der Harzburger Nephrit von Gängen aus der Gefolgschaft des Gabbro abzuleiten sei (Anmerk. in 1910a, p. 83). Uhlig hatte die Entstehung unseres gewöhnlich chlorithaltigen Nephrites zuerst auf eine Verknetung von Gabbro mit Harzburgit zurückgeführt (1910a, p. 99), eine Erklärung, die das für sich hatte, daß in beiden Gesteinen alle dazu nötigen Stoffe wirklich vorhanden sind. Wegen des vielleicht nur scheinbaren Überflusses an Tonerde nahm er freilich einen plagioklasarmen Gabbro an.

Dagegen hatte ich mich, anlehnend an die Kalkowsky'sche Theorie der Entstehung von Nephrit und Carcaro aus Serpentin (1906a, p. 68), dafür ausgesprochen, daß Nephrit und Carcaro mit

ihrem Chloritgehalt durch eine Art von Lateralsekretion entstanden seien, und dabei Kalk und Tonerde aus dem Gabbro, Magnesia dagegen aus dem Harzburgit aufgenommen hätten (1913, p. 19).

Nachdem Uhlig hierauf einen großen chloritreichen Carcarogang in der Nähe des bereits bekannten großen Nephritganges entdeckt, und in letzterem gleichzeitig eine Umwandlung von Carcaro in Nephrit festgestellt hatte, führte er nunmehr unseren Nephrit auf Pyroxenit zurück, und zwar so, daß dieser zunächst in Carcaro und dann weiter in Nephrit umgewandelt sei (1914 a, p. 479). Allerdings, sagt Uhlig, sei bei dem Nephritgange auch noch Harzburgit mit „verarbeitet“ worden.

Hierauf gelang es mir, eine unmittelbare Entstehung von Nephrit aus Harzburgit festzustellen, so daß also für das Harzburger Nephritvorkommen zwei Bildungsweisen in Betracht zu ziehen sind. Gleichzeitig bestritt ich hauptsächlich auf Grund mehrfachen Nachweises einer sekundären Bildung von Pyroxen die Eruptivgangnatur des Carcaro (1915).

Vorliegende Arbeit schloß nun die besondere Aufgabe ein, eine bereits vermutete Entstehung des Carcaro aus Harzburgit nachzuweisen.

Um bei Untersuchung der Gänge im Harzburgit Verwechslungen zu vermeiden, habe ich den ganzen Harzburgitanschnitt mit den größeren Gängen abgezeichnet, wodurch nebenbei auch ein sicheres Wiederfinden derselben — sofern sie nicht durch Abräumen des Aufschlusses inzwischen verschwunden sind — ermöglicht worden ist.

Auf der beigegebenen Skizze bezeichnen die Zahlen am Fuße derselben die Maße nach Schritten. Im Text habe ich die Lage der Gänge durch den Buchstaben L mit dem entsprechenden Maß, z. B. „L 65“, bezeichnet.

Das planmäßige Absuchen des Harzburgitaufschlusses hat nun neue wichtige Ergebnisse gezeitigt.

An Gängen kommen in Betracht:

1. Gabbropegmatit,
2. „Dynamometamorpher“ Gabbropegmatit (mit Carcaro, Nephrit und Chlorit, hierher auch Uhlig's „Prehnitcarcaro“),
3. Carcaro, z. T. sehr chloritreich,
4. Nephrit (hierher auch die Nephrit-Asbestgänge),
5. Faserserpentin,
6. Quarzdiorit.

Unter 7. sollen Altersbeziehungen und Genesis der Gänge besprochen werden.

1. Der Gabbropegmatit.

Dieses grobkörnige Gestein wurde durch Lossen's Aufnahmeberichte bekannt und als grobkörniger Gabbro bezeichnet (1887 und 1888). Uhlig hat das Gestein näher beschrieben (1910 a, p. 84;

1914 a, p. 460; 1914 b, p. 448). Es tritt in so zahlreichen und teilweise so schmalen Gängen auf, daß bei weitem nicht alle eingezeichnet werden konnten. Der wichtigste, von Lossen erwähnte, zwischen L 10 und L 33 ungefähr horizontal verlaufende Gang ist von L 10 bis L 53 aufgeschlossen und etwa bis $\frac{1}{2}$ m mächtig; er wird bei L 46 durch den bekannten großen Nephritgang, von dem gegenwärtig allerdings nicht viel mehr zu sehen ist, mit einer Sprunghöhe von 2 m verworfen. Außer den von Uhlig bereits aufgeführten Gemengteilen, von denen der Plagioklas zumeist in Prehnit umgewandelt ist, sind noch Rutil und Kupferkies zu nennen, jener regelmäßig und häufig, dieser nur selten und spurenweise vorhanden. Der Rutil bildet bis 1 cm große, hyazinthrote körnige Aggregate; er ist mit Titaneisenerz verknüpft und scheint nach Lossen daraus hervorgegangen zu sein.

An den Salbändern ist unser Gestein oft chloritreich, auch erkennt man hie und da auf Harnischen nephritartigen Strahlstein. Die Chloritisierung hat vorwiegend den Diallag ergriffen. Da sie sich ganz besonders an den Rändern des Gesteins zeigt, so liegt darin ein Hinweis, daß zwischen Gabbropegmatit und Harzburgit eine sekundäre Wechselwirkung stattgefunden hat, die im ganzen aber doch nicht als erheblich bezeichnet werden kann.

Im Bereiche des großen Gabbropegmatitganges, zwischen L 22 und L 33, liegen, wie die Skizze zeigt, noch mehrere schmale hierhergehörige Gänge, die ersteren durchkreuzen, z. T. fast parallel mit ihm verlaufen. Aus der Zone zwischen L 35 und 45 konnten viele kleine Gänge nicht zur

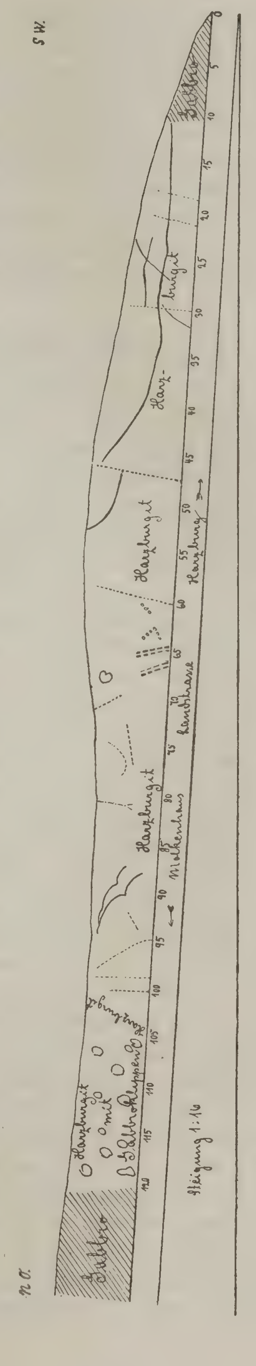


Fig. 1.

Darstellung gebracht werden. Deutlichere erkennt man erst wieder zwischen L 85 und 95.

Die Saussuritisierung des Plagioklases zu Prehnit ist für alle diese Gänge ein typisches Merkmal. Wahrscheinlich hängt sie zusammen mit der Serpentinisierung ihres Nebengesteins, des ehemaligen Bronzitperidotites, jetzigen Harzburgites, und ist während derselben erfolgt.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß alle Gänge viel umgewandelten Plagioklas enthalten, und weder Pyroxenit- noch Websteritgänge mit normalen Eruptivstrukturen gefunden wurden.

2. „Dynamometamorpher" Gabbropegmatit.

Unter dieser Bezeichnung sind hier solche Gänge von Gabbropegmatit zusammengefaßt, die durch Gebirgsdruck zu Linsen verquetscht sind und vermutlich durch ihn sowie auch wohl durch hydrochemische Einwirkungen eine noch weitere Umwandlung erfahren haben; sie setzen zwischen einem Nephrit-Asbestgange L 60 und einem 1915 von mir entdeckten Carcarogange L 65 auf. Gewöhnlich sind sie sehr schmal, erreichen gelegentlich aber Handbreite.

Ganz besonderes Interesse erwecken diese Gänge in geologischer Hinsicht und, wie wir noch sehen werden, in bezug auf die Entstehung von Nephrit und Carcaro. Einer von ihnen, bei L 63, ist stark geknickt, oder es liegt vielleicht eine Durchkreuzung zweier Gänge vor. Daß in den mit Harzburgit oder auch mit Chlorit überkrusteten, ringsum oft ganz freien Linsen wirklich Gangbestandteile vorliegen, konnte dadurch sicher erkannt werden, daß sie nach Wegräumung des hier sehr schuttigen Nebengesteins in Reihen angeordnet beobachtet wurden. Ähnliche Feststellungen, allerdings mit Nephritknollen, hat Steinmann bereits in Ligurien gemacht (1908, p. 9). Und daß es sich in unserem Falle um veränderten Gabbropegmatit handelt, geht aus dem Gehalt an Prehnit, brauner Hornblende und Titaneisenerz deutlich genug hervor.

Uhlig hatte aus unmittelbarer Nähe des Nephritganges bereits eine $2\frac{1}{2}$ cm breite Ader von „Prehnitcarcaro" erwähnt (1910 a, p. 96 u. 99). Später konnte er das Gestein nicht wieder finden (1914 a, p. 458). Bei planmäßigem Durchsuchen der erwähnten Zone fand ich jedoch jene verquetschten Gänge, die mich nach mikroskopischer Prüfung und nach der Beschreibung, die Uhlig von seinem Prehnitcarcaro geliefert hat, zu der Überzeugung gebracht haben, daß dieser hierher zu rechnen oder unseren Gängen wenigstens eng verwandt ist. Der Mineralbestand der fraglichen Gesteine ist im wesentlichen der gleiche, und als gemeinsames Kennzeichen mag hervorgehoben werden, daß, wie Dünnschliffe

zeigen, ihre Prehnitaggregate mit Rhombendodekaedern und Körnchen von farblosem isotropen Granat ziemlich stark durchsetzt sind, während Diallag ganz zu fehlen scheint, indem er wahrscheinlich der Umwandlung zu Chlorit, Carcaro oder Nephrit verfallen ist, denn diese sind jedenfalls in den vorliegenden Linsen neben Prehnit die alleinigen Hauptgemengteile. Vermutlich ist auch Plagioklas, bezw. Prehnit chloritisiert worden (siehe am Schluß dieses Kapitels). Prehnit und Carcaro erscheinen oft in größeren, Nephrit und Chlorit gewöhnlich in kleineren Partien; Carcaro und Nephrit sind den Dünnschliffen nach hie und da in Chlorit verteilt. Ich möchte glauben, sie seien dann aus ihm hervorgegangen.

Sehr häufig ist in manchen Linsen braune Hornblende, die anderseits aber auch vereinzelt und fast nur mikroskopisch sichtbar auftreten kann. Auch an Biotit und Ilmenit fehlt es nicht. Hinsichtlich ihres Mengenverhältnisses zeigen die Hauptbestandteile große Verschiedenheit, ebenso hinsichtlich ihres Korns; meist noch recht deutlich differenziert rufen sie im Anschliff doch auch den Eindruck hervor, als seien sie stark gepreßt. Vom Prehnitcarcaro hebt Uhlig hervor, daß seine Gemengteile ziemlich eckig begrenzt und als ehemalige Feldspäte und Diallage bezw. Augite zu erkennen seien (1910 a, p. 98). Also war in Uhlig's Gestein so wenig wie im vorliegenden die Eruptivstruktur ganz verloren gegangen. Als Neubildungen finden sich in den Linsen noch kleine Drusen von Diopsid und hellgrünem Chlorit.

An den Randzonen tritt häufig Harzburgitserpentin mit Bastit und braunem Spinell auf, ja es entwickeln sich stellenweise förmliche Übergänge von Gang- und Nebengestein. Der Harzburgit ist jedoch außerhalb der Übergangszonen regelmäßig abgebrochen.

Uhlig hatte beim Prehnitcarcaro angenommen, daß der Carcaro wegen seines gleichmäßig faserigen bis blätterigen Aufbaues durch Umkristallisation aus primärem Gabbropyroxen entstanden sei. Bezüglich unserer Linsen möchte ich ihm hierin auch aus anderen Gründen beipflichten. So ist z. B. eine große zusammenhängende Masse Carcaro in einer solchen Linse nicht so dicht wie der ligurische Carcaro, der des großen Nephritganges oder der Carcarogänge, vielmehr feinkörnig-kristallinisch; auch durchsetzen die Masse zahlreiche, z. T. mit gedrungenen Diopsidkriställchen ausgekleidete sehr kleine Hohlräume. Ich bin geneigt, in diesen Eigenschaften einen Hinweis auf verschiedene Entstehungsarten zu erblicken (siehe unter 3). Im übrigen ist unser Carcaro von grüngelblicher Farbe und wie der des großen Nephritganges von feinen Spaltrissen durchzogen, auf denen schwarze Dendriten sitzen.

Weiter hatte Uhlig an seinem Prehnitcarcaro festgestellt, daß der Carcaro an den Randpartien des Ganges hie und da von Nephritfilz aufgezehrt werde. Dasselbe konnte ich auch an den Linsen nachweisen.

Unter a) gebe ich eine kurze Analyse des reinen Carcaro, der sich unter dem Mikroskop und vor dem Lötrohr bereits als Pyroxen erwiesen hatte, unter b) eine solche von Diallag, seinem mutmaßlichen Muttermineral, aus einem normalen Gabbropegmatit.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	Glv.	Sa.	G. b. 15° C
a)	53,08	8,60		0,94	24,20	13,43	1,00	101,25	3,243
b)	49,26	1,84	10,08	0,40	17,16	18,08	3,60	100,42	3,113

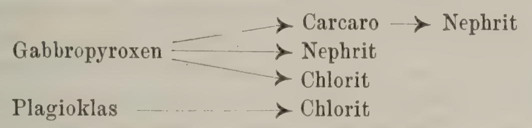
Da das Eisen besonders in a) zum größten Teil als FeO zugegen ist, wäre an den Analysen ein entsprechender Prozentsatz für Sauerstoff zu kürzen, bei a) schätzungsweise 0,8 % (vgl. Uhlig's Anal. l. c. p. 97).

Zu dem Gange L 63 gehört auch eine dem ligurischen gefleckten Carcaro merkwürdig ähnliche Linse, die besonders reich an Carcaro und Chlorit ist und von mir bereits früher erwähnt wurde (1915, p. 436). Der teilweise randliche Übergang der Linse in Harzburgit, das Fehlen von Diallag und der scheinbare Mangel an Prehnit im Anschliff hatten mich — da im Dünnschliff auch weder primärer Pyroxen, Prehnit noch die gewöhnlichen Akzessorien des Gabbropegmatites erkennbar waren — zu der Ansicht geführt, daß in der Linse lediglich umgewandelter Harzburgit vorliege. Nachdem ihre Zugehörigkeit zu dem besagten Gange jetzt aber dargetan war, habe ich sie erneut untersucht und neben Ilmenit vor allem Prehnit, allerdings in untergeordneter Menge festgestellt, was aber ihre Zugehörigkeit zum Gabbropegmatit bestätigt; sie kann natürlich nicht mehr als Beweisstück für die Kalkowsky'sche Theorie gelten. Später gefundene Linsen desselben Ganges enthalten Prehnit in reicher Menge.

Die geschilderte sekundäre Metamorphose der Gabbropegmatitgänge dürfte unter dem Einfluß gebirgsbildender Kräfte zustande gekommen sein und deshalb als eine Art Dynamometamorphose bezeichnet werden können (vgl. unter 7. „Druck").

Hier ist schließlich noch ein 4 cm dickes Gangstück von stark chloritisiertem Gabbropegmatit zu erwähnen, welches ich zwischen L 25 und 35 lose gefunden habe. Das Anstehende war leider nicht zu entdecken. Es handelt sich um ein mittelkörniges Gemenge von Prehnit, Carcaro, Chlorit und unter dem Mikroskop erkennbarem feinfaserigen Strahlstein sowie Ilmenit. Vereinzelt treten auf: lebhaft glänzende braune Hornblende in 1—1½ cm großen Kristallen sowie ebenflächig umgrenzte, ca. 1 cm große Plagioklase von deutlicher Spaltbarkeit. Von besonderer Bedeutung erscheint, daß ehemaliger Plagioklas **teilweise chloritisiert** ist. Es sei daran erinnert, daß Uhlig schon bei seinem Carcarogange eine Chloritisierung von Feldspat für möglich gehalten hat (1914 a, p. 465).

Fassen wir vorstehende Untersuchungsergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bildungsschema:



Demnach wäre also eine Umwandlung von Gabbrogängen zu Carcaro- und Nephritgängen theoretisch möglich. Soweit ist es nach den bisherigen Beobachtungen aber niemals gekommen (siehe Abschnitt 7). (Forts. folgt.)

Über einen durch eine Zyanalge gebildeten marinen Sapropel silurischen Alters (Kuckersit).

Von **M. D. Zalessky.**

Mit 10 Textfiguren.

Dem Andenken von Bernard Renault gewidmet.

Aus dem Russischen übersetzt von H. Lindenbein.

(Vom Akademiker N. J. Andrusoff vorgelegt in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Abteilung der Petersburger Akademie der Wissenschaften vom 16. November 1916.)

Vorwort des Übersetzers.

Nachdem der „Kuckerssche Brandschiefer“ während des Krieges das Interesse verschiedener Staaten von technischer Seite aus erweckt hat, scheint es mir wertvoll, die spärlichen oder veralteten Angaben über diesen eigenartigen silurischen Brennstoff durch eine Übersetzung der Zalessky'schen Arbeit zu ergänzen. — Diese, vom botanischen Standpunkt ausgeführte Arbeit kann maßgebend sein, um eine feste Grundlage für die weitere wissenschaftliche Erforschung dieses nunmehr als „Kuckersit“ benannten Gesteins zu bilden.

Reval, den 11. November 1918.

Bis zur jetzigen Zeit wurden als allerälteste Faulschlamme Boghead-Torbanit und Kannelkohle betrachtet, wobei diese alten Faulschlamme, welche Potonié als Sapanthrakon bezeichnet, durch schwarze Färbung auffallen, also erhärteter organischer Schlamm oder Sapropel sind, welcher auf dem Grund von Seen abgelagert wurde. — Die Untersuchungen von Ch. Bertrand, B. Renault haben gezeigt, und meine eigenen Beobachtungen bestätigen es, daß die beiden ersten dieser alten Sapropelite zum größten Teil ihrer Masse nach aus Anhäufungen dieser oder jener Wasseralge bestehen, die in einem an humosen Stoffen reichem Wasser lebten, aus welchem sie

eine Art Gel ausschieden, das die Alge umhüllte. Diese, den Planktonformen angehörenden Wasseralgen entwickelten sich in solchen bedeutenden Mengen, daß sie beim Absterben Lagen von großer Mächtigkeit bilden konnten. Dies begünstigte der Umstand, daß die organischen Reste, welche sich auf dem Grunde ansammelten, unter Wasser einer sehr langsamen Fäulnis ausgesetzt waren, während welcher sich Produkte mit hohem Wasserstoffgehalt bilden konnten, wie es der Fall für Kohlen vom humusreichen Typus war, die sich, wie bekannt, aus Ansammlungen pflanzlicher Bestandteile in Sümpfen bildeten [1]. Alle bisher bekannten Sapropelite bestehen in ihrer Hauptmasse aus Pflanzenresten, die aus Süßwasserseen stammen. Als Beispiele jetziger Zeit können die Ablagerungen solcher Sapropele dienen, wie z. B. auf dem Grunde der Alakuler Bucht im Balkaschsee, wo sie in der Hauptmasse aus Anhäufungen der abgestorbenen Kolonien der Meeresalge *Botryococcus Braunii* [2] bestehen, oder auch auf dem Grunde des Bielysees im Tversker Gouvernement, wo die Masse des Faulschlammes eine Mächtigkeit von 9 m erreicht und hauptsächlich aus Zyanwasseralgen besteht, namentlich aus verschiedenen Vertretern der Arten *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Croococcus*, *Gleothece*, *Synechococcus*, sowie von den grünen Wasseralgen *Scenedesmus obliquus*, *Sc. bijugatus* und *Pleurococcus vulgaris*. Jetzt nun wurde mir Gelegenheit geboten, mit einem im Meere abgelagerten Faulschlamme pflanzlicher Herkunft bekannt zu werden, welcher bedeutend älter ist als der Boghead, da dieser neue Sapropel in den Schichten des Untersilurs vorkommt, während das höchste Alter der bekannten Bogheadkohle aus den unteren Kohlenablagerungen stammt. Als ein solcher im Meere abgelagerter Faulschlamm erwies sich der schon lange in der geologischen Literatur bekannte „Kuckerssche“ brennende Schiefer. Dieser Schiefer bildet in den untersilurischen Ablagerungen des Petersburger Gouvernements und von Estland bestimmte geologische Horizonte, was Fr. Schmidt [3] Grund gab, eine Reihe von Kalken

[1] In den Sümpfen sind, wie man weiß, solche Bedingungen vorhanden, daß die Zersetzung der angehäuften Pflanzen entweder bei einem Überfluß an Wasser verläuft, aber alles dennoch in der Luft oder als mit Wasser leicht bedecktem Substrat, wo der Zutritt von Luft noch möglich war.

[2] Über die Natur der Pila, der gelben Körperchen der Bogheadkohle und von dem Sapropel der Alakuler Bucht vom Balkaschsee. Mitteil. d. Geol. Komitees. **33**. p. 495. — Skizze über die Frage der Bildung der Kohle. Ausgabe des Geol. Komitees. 1914. p. 40. — Naturgeschichte einer Kohle. Arbeiten des Geol. Komitees. 1915. Neue Reihe. Liefg. 139. p. 4—5. Von M. D. Zalessky.

[3] Fr. Schmidt, Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abt. Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden. Mém. de l'Acad. imp. des Sciences de St.-Petersbourg. VII. Reihe. **30**. No. 1. p. 28.

als Kuckerssche Schicht zu bezeichnen, welche unmittelbar die Echinosphaeriten-Kalke bedeckt. Im Bereich des Petersburger Gouvernements ist die Kuckerssche Schicht bei dem Dorfe Diatlitzi (im Süden von Gostilitzi) nur als bituminöser Kalk vorhanden, aber im Westen besteht sie aus einer Reihe von Lagen Brandschiefer mit Kalklagen abwechselnd, und zwar in der ganzen Ausdehnung des Glints bis Baltischport, wo er an vielen Stellen nördlich der Baltischporter Bahn entdeckt worden ist. An der Grenze des Petersburger Gouvernements wurde der „brennende Schiefer“ von Prof. N. F. Pogreboff nördlich der Station Weimarna sowie in Estland festgestellt, wo seine größte Mächtigkeit zwischen Jewe und Wesenberg nach Angaben von Helmersen eine Dicke von 3 Fuß erreicht. Westlich und östlich dieser Ortschaften, durch die Orte Jewe und Wesenberg begrenzt, verringert sich die Ablagerung und keilt in dünnen Adern zwischen Kuckersschen Kalken aus. Zuerst wurde der Brandschiefer in der Nähe des Gutes Tolks bei dem Gesinde Wannamois noch zu Helmersen's Zeiten gefunden, welcher u. a. uns über die Erforschung des Lagers dieses fossilen Brennstoffes in der nächsten Umgebung des erwähnten Gutes Bericht gibt[1]. Die Untersuchungen von Helmersen haben gezeigt, daß dieses brennende Gestein oder brennender Schiefer, wie er von diesem Gelehrten genannt wurde, in verschiedenen mit Kalklagen abwechselnden Schichten verschiedener Mächtigkeit abgelagert ist, außerdem ist durch die Gemeinsamkeit der in beiden Fällen erhaltenen Fauna, welche in dem Brandschiefer ganz vorzüglich erhalten ist, der engste Zusammenhang zwischen dem Brandschiefer und den Kalken zu beobachten. In Anbetracht der Wichtigkeit der Ablagerung dieses brennenden Schiefers führen wir, um seine Ablagerungsart zu kennen, die Angaben einiger von Helmersen ausgeführten Schürfe an. Ein Schurf bei dem Gute Addinal geteuft ergab: Sand (1 Zoll mächtig), „Tschernosem“ (1 Fuß 9 Zoll), gelbgrauer Lehm (1 Fuß), der den Brandschiefer erreichte, welcher in einer Mächtigkeit von 6 Zoll auf einer dünnen Schicht von Kalken gelagert war, unter welcher wieder Brandschiefer gefunden wurde und in einer Tiefe von 2 Fuß 9 Zoll noch nicht

[1] Der Bericht über die Untersuchungen wurde im Jahre 1838 durch den Major Helmersen erstattet, über den Heimatsort des brennenden Schiefers, der im estländischen Gouvernement entdeckt wurde, in der Umgebung des dem Herrn Generaladjutanten Benkendorff gehörenden Gutes Fall sowie beim Gute Tolks vom Baron Wrangel („Gornii Journal“ oder Referatenteil über Berg- und Salzwesen. Teil 3. 8. St. Petersburg. 1838. p. 258); G. Helmersen, Über den bituminösen Tonschiefer und ein neuentdecktes brennbares Gestein der Übergangsformation Estlands. Mit Bemerkungen über einige geologische Erscheinungen neuerer Zeit (Lu le 26. Okt. 1838. Mit einer Karte. Bull. scient. de l'Acad. Imp. des Sciences de St.-Petersbourg. **5**. No. 4, 5).

durchbohrt war. Das Profil eines anderen Schurfes zeigt folgendes: 2 Fuß „Tschernosem", gelbgrauer Lehm, brauner brennender Lehm mit Bruchstücken von Kalk (3 Fuß), dann ½ Fuß dünner Bänke hellgrauen Kalkes mit Brandschiefer abwechselnd, 6 Zoll Brandschiefer, 6 Zoll hellen, blaugrauen Kalkes, 4 Zoll Brandschiefer und zuletzt dichte harte Kalke. Helmersen charakterisiert folgendermaßen das Verhältnis des Brandschiefers zu den Kalken: Jeder Kalk, der mit dem braunen Brandschiefer abwechselt, enthält sogar, wenn er eine vollständig helle Farbe hat, eine solche Menge Teeres, daß er mit schwacher Flamme brennt. — Der dichte Kalk, der unten liegt, zeigt nicht diese Erscheinung und enthält wenig Versteinerungen oder ist sogar ganz frei davon. Dagegen ist der Kalk, welcher in dünnen Lagen mit dem Brandschiefer abwechselt, ganz erfüllt damit, so daß sie bis zu den ¾ der ganzen Masse ausmachen. Bezüglich des äußeren Anblicks dieses Brandschiefers unterscheidet Helmersen 2 Arten: die eine ist leichter und stellt seiner Meinung nach eine schiefrigtonige Art vor; die andere gemischt mit kohlensaurem Kalk ist schwerer als die erstere, heller und nicht schiefrig. Beide Arten brennen mit hoher, heller Farbe und geben als Ergebnis Asche; die der leichten Art fällt ganz leicht und durch Berührung auseinander, die der kalkhaltigen Art dagegen ist schwerer, obwohl auch porös. Dies waren die Bemerkungen Helmersen's über den Brandschiefer, außer denen, die ihm durch seine chemischen Analysen bekannt waren. —

Über die Natur des Brandschiefers war bisher nichts bekannt, nicht nur zu Helmersen's Zeiten, welcher den Schiefer für mit Teer durchtränkten Tonschiefer hielt, sondern auch zu Schmidt's Zeiten, des berühmten Erforschers unseres baltischen Silurs, welcher ihn den braunroten bituminösen Mergel nannte, durchtränkt mit Teer, und ihn wegen seines bis 70% betragenden Gehaltes an bei Destillation flüchtigen Bestandteilen mit Braunkohle verglich. Schmidt, der den Kuckersschen Schiefer brennenden Schiefer oder bituminösen Mergel nannte, wußte nichts von der chemischen Untersuchung dieses Schiefers durch Schamarin [1] und spricht nirgends näher über seine Natur, wie es Helmersen tat, für welchen die Natur dieses Brennstoffes durch seinen Gehalt an Teer bedingt ist, welcher die ganze Masse des Minerals durchtränkte. Der neue Gesichtspunkt über die Entstehung des Kuckersschen Schiefers und wie es sich erwies, vollkommen richtig, wurde von Fokin ausgesprochen [2]. Er begnügte sich nicht damit, ihn vom chemisch-technischen Gesichtspunkt zu untersuchen, sondern wandte dazu

---

[1] Schamarin, Chemische Untersuchung des Brandschiefers von Kuckers. Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Reihe 1. 1870. p. 25.

[2] L. F. Fokin, O stroenii i produktach raspada bituminosnich gornich porod Estlandii. Gornii Journal. 1913. 2. April—Juni. p. 117.

petrographische Methoden an, diese Art mikroskopisch zu studieren. Er stellte in den daraus gemachten Dünnschliffen Formelemente fest, in welchen er die Möglichkeit fand, Algen zu vermuten; er durfte das mit Rücksicht auf die Ansicht von Renault und Bertrand über die Wasseralgen in der Bogheadkohle. Aus diesen Formelementen zögerte er nicht, einen anderen wichtigen Schluß zu ziehen, nämlich, daß der Kuckerssche Schiefer nicht in sich fertig gebildeten Kohlenwasserstoff enthält, wie es fälschlich Helmersen voraussetzte, sondern ihn erst als Ergebnis des Zerfalls der organischen Bestandteile der in ihm enthaltenen Formelemente ausscheidet. Jedoch Fokin, der nicht Botaniker war, konnte die Richtigkeit seiner Eindrücke aus der Prüfung der Dünnschliffe des Kuckersschen Schiefers nicht beweisen, und so war auch durch ihn die Frage über seine Natur noch nicht gelöst. — Der Artikel von Fokin zog bei seiner Erscheinung meine Aufmerksamkeit auf sich und ich bemühte mich dauernd, zur Untersuchung Proben des Kuckersschen Schiefers zu erhalten, um diese Anschauung zu prüfen. Die erste Probe des Schiefers, welche ich vor einigen Jahren von N. F. Pogreboff erhielt, überzeugte mich, daß seine Struktur Grund gibt, Fokin's Ansichten zu teilen, jedoch enthielt dieses Stück viele Muschelbruchstücke, was ihn für die Bestimmung der Art der in ihn eingeschlossenen Formelemente wenig geeignet machte, und so war es zur endgültigen Lösung der Frage zu warten nötig, bis ich ein reineres Stück davon erhalten würde. In diesem Jahre (1916) war ich in dieser Hinsicht glücklicher. Der Mangel an Heizmaterial in der Hauptstadt führte dazu, von neuem die Aufmerksamkeit auf die vergessenen Lager brennenden Schiefers im Petersburger Gouvernement und in Estland zu lenken, welche nach dem Urteil der in der Literatur vorhandenen Angaben in dieser Hinsicht die Beachtung der Industrie verdienen konnten. Die bei der „besonderen Beratungsstelle für Heizmaterial“ gebildete Petersburger Brennstoffkommission, welche wissen wollte, was für Vorräte dieses Brennstoffvorkommens vorhanden seien, beauftragte daraufhin N. F. Pogreboff zu Vorarbeiten, welcher die Liebenswürdigkeit besaß, mir bei erster Gelegenheit einige typische Probestücke zuzusenden. Dieser Umstand gab mir die Möglichkeit, meine vor einigen Jahren über den Kuckersschen Schiefer angefangene Arbeit zu Ende zu führen und damit endgültig die Natur dieses Brennstoffes als echten Sapropelit zu bestimmen.

Als meine Arbeit schon beendet war, lenkte A. P. Karpinsky in entgegenkommender Weise meine Aufmerksamkeit auf einen in der Geologischen Rundschau (5. Heft 4. 1914. p. 313) erschienenen Artikel von Axel Born, betitelt: Der untersilurische Brandschiefer von Kuckers (Estland), eine petrogenetische Skizze. In diesem Artikel gibt der Verfasser Auskunft über die Ablagerung des Kuckersschen Brandschiefers, welche er aus der russischen geologischen Literatur

schöpft; er versucht ein Bild über die Bildung des Schiefers zu geben, welchem er jedoch nicht die objektiven Angaben der mikroskopischen Untersuchungen zugrunde legt, die nach seiner Meinung keine Aufklärung über die Natur dieses Schiefers zu geben vermögen. Er führt aber seine Gedanken und Hypothesen an, über welche es nicht nötig ist, sich hier zu verbreiten, da mein Referat über diese Arbeit im „geologitscheskii Wiestnik“ von 1916 erschienen ist. Jedenfalls steht die Arbeit von Axel Born hinter der von Fokin zurück, da Axel Born nicht einmal die von Fokin beschriebenen Formelemente im Kuckersschen Brandschiefer sah; er kommt aber zu dem originellen Ergebnis, daß „die organische Masse eine ziemlich grobkristalline Grundmasse von hellbrauner Färbung bildet“. Aus diesem Schluß ist es klar, daß der Verfasser des Artikels nicht genügend Kenntnisse in der Botanik besaß, ohne welche eine Untersuchung der Petrogenese des Brandschiefers eine vollständig unnütze Aufgabe ist. — Da das Gestein in seinem reinen Auftreten ausschließlich aus Wasseralgen ohne Beimischung von Mineralteilchen von Lehm oder Mergel besteht, ist die Benennung von „Kuckersschem Schiefer“ in der Literatur nicht mehr zulässig, und ich schlage vor, zusammen mit N. F. Pogreboff und seinem Mitarbeiter bei den Vorarbeiten über diesen Brennstoff P. F. Krutikoff, es „Kuckersit“ zu benennen, ihm so die Bezeichnung beibehaltend, die ihn an den Ort bindet, wo die zahlreichste Sammlung der für ihn charakteristischen Fauna gemacht wurde, welche Fr. Schmidt gedient hat, das Verhältnis der Kuckersschen Stufe festzustellen.

Besieht man unter dem Mikroskop einen genügend dünnen Schliff Kuckersits, gleichgültig, ob in der Richtung der Ablagerung oder senkrecht dazu gemacht, so zeigt er sich aufgebaut aus einer Anhäufung bernsteingelber, unregelmäßig ovaler (in vertikalen Schliffen) oder unregelmäßig runder Elemente (in horizontalen Schliffen) von einer Größe zwischen 0,01—0,08 mm, zwischen welchen sich solche bernsteingelbe Elemente befinden, die in sich eine Ansammlung von 2, 3 oder noch mehr Dutzenden bräunlicher, kugelig-eiförmiger, manchmal auch bohnenförmiger Körperchen einschließen, von der Größe ungefähr 0,005 mm für die große Achse und 0,0035 mm für die kleine Achse (Fig. 1—3). Diese braunen Körperchen verteilen sich in Gruppen ziemlich gleichmäßiger Anordnung in der gelben Masse; die einzelnen Teilchen wieder sind nur sichtbar bei genügender Vergrößerung. Prüft man den Dünnschliff bei kleiner Vergrößerung und bei ungenügender Dünne, so fließen sie vor den Augen zusammen in eine braune Masse mit verschwommenen Umrissen. Manchmal sind diese braunen Klümpchen unter den bernsteingelben, den Charakter von Schleimklümpchen tragenden Elementen so dicht verteilt, daß in ungenügend dünnen Schliffen diese getrennten bräunlichen Körperchen fürs Auge ineinanderfließen und dann ein durchgehendes Netz bilden, in dessen Maschen die

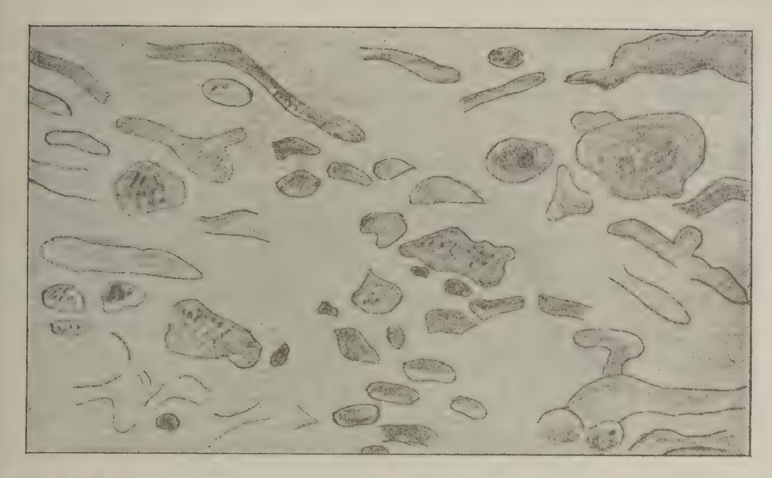


Fig. 1. Kuckersit im vertikalen Schliff bei durchfallendem Licht gesehen. Die dunklen Massen sind die Kolonien der Wasseralge *Gleocapsomorpha prisca* ZALESSKY n. g. n. sp., die übrige Masse stark veränderte Schleimkolonien dieser Wasseralge, × 140.



Fig. 2. Fossile Wasseralgenkolonie der *Gleocapsomorpha prisca* ZALESSKY n. g. n. sp. in einem vertikalen Schliff Kuckersits, × 700.

bernsteingelben Teile zu sehen sind. Diese braunen Klümpchen von Gruppen, von kugelig-eiförmigen oder bohnenförmigen Körperchen zusammengesetzt und in die Masse der bernsteingelben homogenen Substanz getaucht, verteilen sich, wie schon gesagt, in solchen mehr oder weniger gleichmäßigen Gruppen; sie haben mich lebhaft an die Kolonien bildenden Formen der Zyanwasseralgen aus der Familie der Chroococcaceae erinnert, bei welchen die Kolonien aus Gruppen von mit Schleim umgebenen Zellen oder von einem System verschleimter Umhüllungen bestehen; noch mehr erinnern mich diese

Klümpchen an die lebenden Wasseralgen der Gattung *Gleocapsa*, bei welcher die Kolonie bildenden Zellen in ein System ineinandergreifender verschleimter Umhüllungen, die mehr oder weniger in

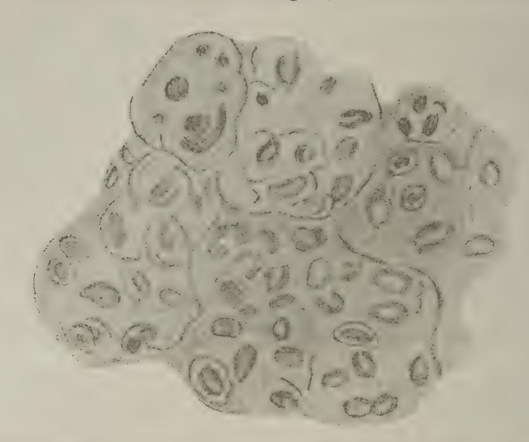
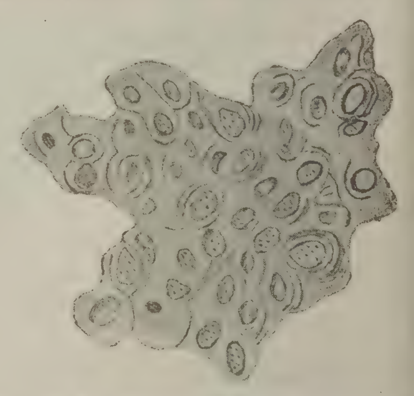


Fig. 3. Fossile Wasseralgenkolonie der *Gleocapsomorpha prisca* ZALESSKY n. g. n. sp. in einem horizontalen Schliff Kuckersits, × 700.

eine gemeinsame Schleimmasse fließen, eingeschlossen sind. Gleichfalls erinnern diese Klümpchen sehr an die Querschnitte der Kolonie der Wasseralge *Placoma vesiculosa*, hauptsächlich durch die Gemeinsamkeit der Form der Zellen und deren Anordnung in Gruppen. Die einzelnen Teilchen dieser Klümpchen sind auch nicht ohne Ähnlichkeit mit den kleinen Kolonien von *Gleothece* mit Ausnahme der Form der Zellen, die bei der *Gleothece* regelmäßig elliptisch



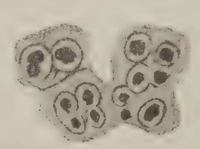


Fig. 4. *Gleocapsa quaternata* KÜTZING, × 1100. Aus dem Herbarium des Petersburger botanischen Gartens.

Fig. 5. *Gleocapsa Paroliriana* aus dem Herbarium des Petersburger botanischen Gartens.

sind. Die Ähnlichkeit mit den Vertretern der obengenannten Formen ist besonders deutlich zu sehen bei der Prüfung der besagten Klümpchen in horizontalen Schliffen Kuckersits unter starker Vergrößerung (Fig. 3). In diesem Fall kann man leicht um jedes

kugelig-eiförmige oder bohnenförmige Körperchen oder um Gruppen von 2—3 solcher Systeme ein System ineinandergreifender Umhüllungen sehen, wie es charakteristisch ist bei den Zellen von *Gleocapsa* (Fig. 4 u. 5), *Enthophysalis, Placoma* und *Gleothece.* Diese Voraussetzungen, welche sich bei der ersten Prüfung der Klümpchen bei starker Vergrößerung ergaben, bestätigen sich glänzend bei folgender Untersuchung: da der Kuckersit in reinem Zustande ohne Beimengung von kohlensaurem Kalk durch Druck leicht zu Pulver zerfällt, und da andererseits Pflanzenschleim, wie bekannt, die Fähigkeit besitzt, bei Anfeuchtung Wasser aufzunehmen, mit anderen Worten, aufzuquellen, so schien es mir möglich, diese Fähigkeit auszunützen, um vollständig und einwandfrei die Natur

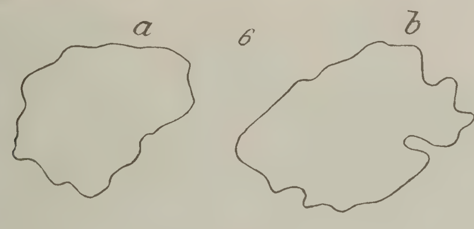


Fig. 6a u. b.

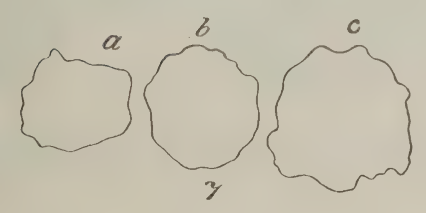


Fig. 7a—c.

des Kuckersits zu ergründen. Sind diese braunen Klümpchen in Wirklichkeit Kolonien von *Gleocapsa*-ähnlichen Wasseralgen und die übrige gelbe homogene Substanz in der Kuckersitmasse Schleim, so muß die Anfeuchtung des Kuckersits durch Aufquellung eine Raumvergrößerung verursachen, was sich auch in Wirklichkeit erwies. Durch Einwirkung von Chloralhydrat quollen die Körnchen Kuckersits noch mehr auf. So stellt z. B. ein trockenes Körnchen von Kuckersit, dessen Kontur in Fig. 6a gezeichnet ist, ein braunes Klümpchen dar, d. h. eine Kolonie von Wasseralgen; mit Wasser angefeuchtet, vergrößert es sich und nimmt eine Kontur an, wie in Fig. 6b wiedergegeben. Ein anderes trockenes Körnchen, in Fig. 7a abgebildet, wurde zuerst in Nelkenöl übertragen, in welchem es aufquoll und die in Fig. 7b abgebildete Kontur annahm; nachher mit Chloralhydrat angefeuchtet, quoll es noch mehr auf

und nahm die Form an, die in Fig. 7c gezeichnet ist. — Mit einem Wort: es veränderte sich das Körnchen von Kuckersit sowie sich die Zellen der mit Schleim umgebenen Kolonien der Wasseralgen verändern mußten. Die homogene Masse, in der die eiförmigen oder bohnenförmigen Körperchen jedes braunen Stückchens getaucht sind, quillt unter dem Einfluß von Chloralhydrat, wird bedeutend heller und verändert sich von orangerot zu bernsteingelb; die Körperchen selbst aber, oder anders gesagt, die Zellen der Kolonie hellen sich allmählich fast bis zur Unsichtbarkeit auf, weil der Brechungsindex des Zellenplasmas unter dem Einfluß des Reagens sich dem Brechungsindex des die Zellen einschließenden Schleimes nähert. Die Lage der Zellen in dem Schleim der Kolonie ist dann nur durch eine schwache Kontur der Zellen zu erkennen; die ganze Kolonie gewinnt in diesem Falle ein Aussehen, das sozusagen

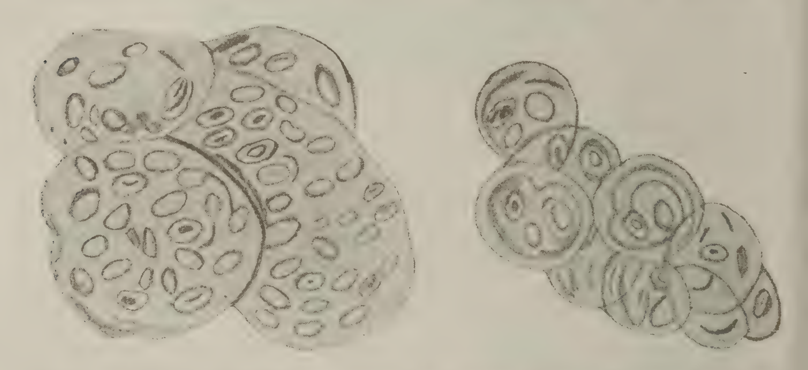


Fig. 8. Kolonie von *Gleocapsomorpha prisca* Zalessky aus Kuckersit getrennt und mit Chlorhydrat bearbeitet, × 700.

an eine Kolonie von *Botryococcus Braunii* erinnert, wobei die Kontur der Zellen der Zyanwasseralge für den Inhalt der Zellen von *Botryococcus*, und der Schleim der Kolonie für die Zellenumhüllung gehalten werden kann. Solche Erhaltung von Zyanwasseralgen kann auch in der Kohle angenommen werden; in diesem Falle können sie fälschlich für grüne, dem *Botryococcus* ähnliche Wasseralgen gehalten werden. Außerdem können aus denselben Gründen die in der Kohle enthaltenen Zyanwasseralgen für die Sporen von Gefäßkryptogamen gehalten werden. Einen ähnlichen Fehler machte anscheinend Prof. Jeffrie, als er die Kolonien der Wasseralge *Pila*, welche verschiedene Bogheadkohlen bildet, für Sporen von Bärlappen hielt. Solche vereinzelten Kolonien der fossilen Wasseralge mit Chloralhydrat behandelt, sind auf Fig. 8 dargestellt. Wenn die Untersuchung der Kuckersitkörnchen mit stark mit Wasser verdünntem Chloralhydrat vorsichtig gemacht wird, kann man voll-

ständig aufgegangene Kolonien erhalten, deren Zellen durchsichtig, aber dennoch gut in der Masse des Schleimes zu unterscheiden sind. Eine so zubereitete Kolonie, welche in bezug auf Form ihr natürliches Aussehen wieder gewonnen hat, ist auf Fig. 9 abgebildet; in diesem Präparat hat die Wasseralge ein der *Gleocapsa* ähnliches Aussehen (Fig. 4 u. 5). Der Unterschied besteht augenscheinlich nur im Größenverhältnis der Kolonie, also eher durch die äußere Erscheinung als durch die Art. Dieser Umstand in der Ähnlichkeit der Ökologie und Biologie ergab die Möglichkeit, die den Kuckersit bildende Alge vom morphologischen Standpunkt aus in die Nähe der rezenten *Gleocapsa* zu stellen und, weil sie fossil ist, nach üb-

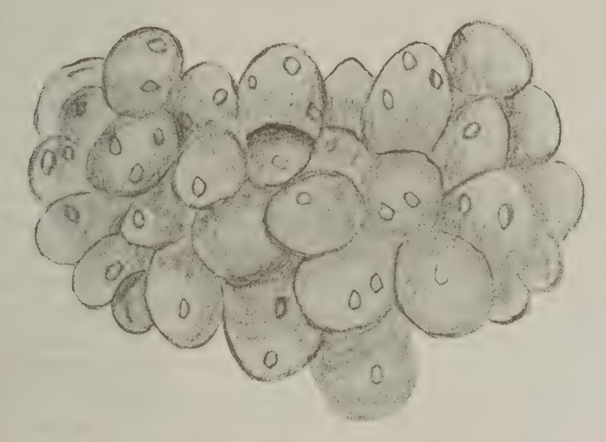


Fig. 9. *Gleocapsomorpha prisca* Zalessky aus Kuckersit getrennt und mit schwacher Lösung von Chloralhydrat behandelt, × 700.

lichem Brauch *Gleocapsites* zu nennen. Behandelt man die Kolonien der fossilen Wasseralge fast bis zur vollständigen Zerstörung mit Chloralhydrat, so bekommt man eine Erklärung für die bernsteingelben Klümpchen des Kuckersits, zwischen denen sich die braunen Klümpchen befinden, die wir als Kolonien der Wasseralge erkannten. Wird so ein Stückchen von Kuckersit in Wasser aufgeweicht und dann ein Körnchen unter das Mikroskop gebracht, so zeigt sich, daß der reine Kuckersit fast ausschließlich aus Kolonien der fossilen Wasseralge besteht. Kalkschlamm ist dieser Masse von Wasseralgen in verhältnismäßig verschwindend geringer Menge als Ausfüllung beigemengt, die nur bei einer bedeutenden Vergrößerung sichtbar wird. In dem Körnchen können wir ebenso braune Klümpchen im Naturzustande beobachten, wie auch die bernsteingelben Elemente mit durchscheinenden ovalen Umrissen, welche die Zellen der Wasseralge bezeichnen, die sich aber bis zum Verschwinden auf-

geklärt haben; vielleicht sind sie auch durch den Verwesungsprozeß vollständig aufgelöst, in derselben Weise, wie die Zellen der Algen durch Behandlung mit Chloralhydrat durchsichtig werden und im Schleim verschwinden. Übrigens wird die wahre Natur der bernsteingelben Körperchen bei genauer Beobachtung unter genügender Vergrößerung (Ölimmersion $\frac{1}{12}$ und Okular 4) in vertikalen und horizontalen Schliffen des Kuckersits enthüllt: in diesem Fall zeigen sich durchsichtige stäbchenähnliche Bildungen in verschiedenen Richtungen verteilt; diese Bildungen stellen nichts anderes dar als Hohlräume, welche die Zellen im Schleim bei ihrer Auflösung hinterlassen haben, doch manchmal werden diese Hohlräume bis zum Zusammenfallen ihrer Wände zusammengedrückt. Diese zusammengepreßten Hohlräume sind deutlich zu erkennen, wenn bei Behandlung der Schleimklümpchen mit Wasser oder noch besser mit Chloralhydrat der Schleim aufquillt, sich vergrößert und sich redressiert. Bei mittlerer Vergrößerung und heruntergelassenem Kondensator mit dem Diaphragma haben diese Lagen das Aussehen länglicher, in der Masse des gelben Schleimes zerstreuter Körnchen und besitzen das Aussehen von Bakterien. Mit einem Wort: es stellt der Kuckersit eine Anhäufung von Zyanwasseralgen aus der Familie der Chroococcaceae dar, in welcher unter der in Verwesung vorgeschrittenen Masse gut erhaltene Kolonien der Wasseralge mit nicht erhaltenen Zellen vorliegen, dazu kommen andere Kolonien mit deutlich erhaltenen Zellen und einer verhältnismäßig wenig veränderten Kolonieform, welche der Verwesung infolge des konservierenden Einflusses der sie umgebenden Masse, die die Verwesung aufhielt, entgingen. Die Form der Kolonien und Zellen ist in den Stückchen Kuckersits, welche etwas kalzifiziert sind, besonders gut erhalten. Die Algen heben sich in diesem Falle auf dem weißen oder grauen Untergrunde des sie umgebenden Kalkspats deutlich ab. Der Kuckersit ohne Beimischung von kohlensaurem Kalk hat in trockenem Zustande eine hellziegelrote Farbe. Durch Anfeuchten nimmt er einen rotbraunen Ton an, und in diesem Fall kann er mit ähnlich gefärbten Lehmarten verwechselt werden. In den mit Wasser angefeuchteten Dünnschliffen und Körnchen ist die Färbung des Kuckersits eine verschiedene, entweder eine rotorange oder bernsteingelbe, je nach der Dicke des Präparats und nach dem größeren oder geringeren Gehalt von der Verwesung entgangenen Wasseralgen oder im Gegenteil mit stark veränderten. Wodurch die Farbe des Kuckersits bedingt ist, wurde bisher nicht restlos aufgeklärt. In Anbetracht des erheblichen Gehalts an Eisenoxyd, welches qualitativ gefunden wurde, könnte man die ziegelrote Färbung des Kuckersits durch dessen Gegenwart erklären, indessen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die Färbung nicht nur vom Eisen abhängt, sondern auch von einem anderen Stoff rötlicher Farbe, organischer Natur, wie z. B. Karotin, Karotinoidin

oder Gleocapsin. Es gelang nicht, die Gegenwart von Karotin durch alkoholische Kalilauge mit darauffolgendem Auswaschen mit Wasser und längerem Behandeln mit Glyzerin zu beweisen, wie sonst dieser Stoff in grünen Blättern nachgewiesen wird. Die Gegenwart von Gleocapsin ist möglich, wenn man in Betracht zieht, daß die fossile Wasseralge sehr an *Gleocapsa* erinnert, bei welcher, wie man weiß, dieser Stoff gefunden worden ist; es ist jedoch nur bei der entsprechenden Reaktion, welche mir unbekannt ist, möglich, dies nachzuweisen oder zu verwerfen. Gewisse schwarze oder schwarzbraune Abarten des Kuckersits lassen sich durch eine Verunreinigung der die Kolonien bildenden Wasseralgen erklären, in denen sich Körperchen in der Form von schwärzlichen Stäbchen und Fasern befinden, deren Natur bisher noch unaufgeklärt ist. In diesen verunreinigten schwärzlichen Teilchen der verschleimten Algenkolonien kann man bei einer etwa 1700 maligen Vergrößerung beobachten, daß diese bräunlichen, punktähnlichen Bildungen sich in Gruppen oder in Linien ordnen. Wenn es nicht Mikrokokken sind, die im Schleim der Wasseralge gelebt haben, so ist ihre Natur noch unklar.

Der Kuckersit besteht also aus einer Ansammlung von durch ihre morphologischen Kennzeichen stark an *Gleocapsa* erinnernden Kolonien von Wasseralgen. Jedoch kann ich mich nicht entschließen, die fossile Wasseralge zu dieser Gattung zu zählen, um so mehr, als die jetzigen Vertreter von *Gleocapsa* auf überschwemmten Böden, auf Steinen und zur Not auf untergetauchten Gegenstände leben als schleimige, verschiedenfarbige Überzüge. Da aber, wie wir gesehen haben, der Kuckersit Lagen von bedeutender Mächtigkeit bildet (bis 3 Fuß), so folgt daraus, daß die Wasseralge, die solche mächtigen Anhäufungen bilden konnte, eine Plankton- oder bodenständige Art war, den jetzigen Formen von *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece* u. a. ähnlich. Ob nun die fossile Alge der Plankton- oder bodenständigen Art gehört, ist unentschieden; ich bezeichne sie als besondere Gattung, die ich in Anbetracht der morphologischen Ähnlichkeit unserer Alge mit *Gleocapsa* vorschlage, *Gleocapsomorpha* zu nennen. Ich nehme als wahrscheinlich an, daß *Gleocapsomorpha prisca*, wie die den Kuckersit bildende Wasseralge heißen möge, freischwimmend im Wasser lebte und zu gewisser Zeit seine Oberfläche bedeckte, sowie gegenwärtig verschiedene Arten von *Microcystis* und anderer Vertreter zur Zeit ihrer Blüte die Oberfläche des Wassers in Gestalt eines Überzuges decken. Nach dieser Zeit, welche mit der Sommerwärme zusammenfällt, setzt sich die ganze Masse dieser lebenden Decke mit dem übrigen Plankton allmählich auf den Grund ab, wo sie fortfährt, zu leben und zu wachsen und sich bedeutend vergrößert bis zur Zeit, wo die Decke der Wasseralgen des folgenden Jahres sie bedeckt; es bilden sich dann solche Bedeckungen, unter welchen

das Leben der Algen infolge des Mangels an Sauerstoff und Licht aufhört und allmählich der Zersetzungsprozeß einzutreten anfängt, um sich schließlich auf dem Boden der See zusammen mit anderen Formen der Pflanzenwelt zu einem organischen Schlamm anzuhäufen, welcher von POTONIÉ die Benennung Sapropel erhalten hat. Als klassisches Beispiel dieser Anhäufung von Sapropel mag, wie ich schon bemerkte, der kleine See im Tversker Gouvernement im Kreis Wieschniewolodsk dienen, bei der Station Zarietschie-Akademitscheskoie, wo die Mächtigkeit der an manchen Stellen des Sees



Fig. 10. Stück Kuckersits mit *Cybele coronata* SCHMIDT und *Orthis* sp., $\frac{1}{1}$. Nach Photographie von A. C. SCHESTAKOFF.

angehäuften Sapropele 8—9 m, im Durchschnitt 5—6 m, erreicht unter der unbedeutenden Tiefe des Wassers, die nirgends 3—4 m übertrifft und gewöhnlich unter 1 m bleibt.

Daraus, daß der Kuckersit in sich mehr oder weniger Kalkbeimengungen enthält und mit Kalken wechsellagert, die sowie er selbst eine marine Fauna enthalten, wie es ein von mir durch KRUTIKOFF erhaltenes Stück Kuckersit zeigt, mit Resten von *Cybele* SCHMIDT und mit Schalen des Brachiopoden *Orthis* sp. (Fig. 10) folgt, daß der Kuckersit sich in flachen marinen Buchten oder Haffen ablagerte, welche sich zeitweise infolge Meerestransgression vertieften und wieder flacher wurden, vielleicht sogar zeitweise in

Seen verwandelten. Wahrscheinlich haben sich in solchen mit dem Meere verbundenen Lagunen oder Seen die reinsten und ständigsten Schichten des Kuckersits vorzugsweise abgelagert. Was seine kleinen, unregelmäßigen Ablagerungen inmitten von Kalken betrifft, so können diese Ablagerungen durch Anschwemmung des Algenschlammes durch Meereswellen erklärt werden, wenn die Wellen vom Grunde den lebenden Schlamm aus flachen Stellen, wo die Alge lebte, fortführten, um ihn an diesen Stellen, wo die Hauptmasse der Kalksteine sich anhäufte, wieder abzulagern. Eine ähnliche Erscheinung vom Transport des Schlammes von einem Ort zum andern kann im Bielysee beobachtet werden, wo die Brandung des Sees, welche sich bei den SW-Stürmen beobachten läßt, zum NO-Ufer bei dem Dorfe Biely große Mengen lebenden Schlammes aus anderen Teilen des Sees als Ergänzung zu den hier an Ort und Stelle schon angehäuften zuschwemmt. Man könnte streiten, ob die Wasseralge *Gleocapsomorpha prisca* eine Planktonart war oder — mit Rücksicht auf die Mächtigkeit der Lager, welche sie imstande war zu bilden — eine im Schlamm lebende; dieses wäre zwar ihrem morphologischen Charakter entgegen, welcher an die jetzigen Vertreter der *Gleocapsa* erinnert, die mit schleimigen Decken die feuchten Felsen bedecken. Ich muß jedoch sagen, daß man sich recht wohl eine der letzteren ähnliche Lebensbedingung auch für die *Gleocapsomorpha prisca* vorstellen kann. Wenn man annimmt, daß starke Wellen gegen die mit einer dicken Decke dieser Algen bedeckten Felsen schlugen und davon in Menge diese verschleimten Kolonien losrissen, sie ins Meer trugen und nach Beruhigung der See diese für kurze Zeit im Wasser schwimmenden Massen sich auf dem Grunde abzulagern, so frägt es sich nur, ob diese Arten imstande waren, auf diese Weise bis 3 Fuß mächtige Lager zu bilden, wenn man berücksichtigt, daß sie sich auf etwa $\frac{1}{3}$ ihrer ursprünglichen Mächtigkeit verringert haben. Es scheint mir, daß diese Annahme nur in dem Falle möglich ist, wenn man sich den dauernden und heftigen Einfluß der Wellen am Ufer vorstellt, sowie eine schnelle Ersetzung der Wasseralgen am Ufer durch Nachwachsen neuer Schleimüberzüge annimmt. In diesem Fall kann jede einzelne Lage des Kuckersits das Ergebnis sein entweder eines großen Sturmes oder einiger aufeinander folgender stürmischen Tage oder auch schließlich von einer ganzen Sturmperiode im Jahr, während welcher das Meer sich in riesigen Mengen mit dieser Wasseralge anreicherte. Die Schnelligkeit der Ablagerung dieser abgerissenen Kolonien der Wasseralge kann durch die verhältnismäßige Reinheit der Kuckersitschichten erklärt werden, da es wahrscheinlich ist, daß sich Kalkschlamm in einer so kurzen Zeit nur in einer ganz unbedeutenden Menge ablagern konnte. Hält man diese Ablagerungsart der Muttermasse des Kuckersits für richtig, so ist es nicht notwendig, einen Lagunencharakter der Uferlinie oder das Be-

stehen mariner mit offenem Meere in Verbindung stehender Becken anzunehmen. Der mit dem Kuckersit abwechselnde Kalk oder umgekehrt scheinen in diesem Fall bei äußerst gleichförmiger Wassertiefe abgelagert worden zu sein mit dem Unterschiede, daß der Kuckersit sich in einer äußerst kurzen Zeit, die Kalke dagegen während eines verhältnismäßig langen Zeitraumes ablagerten. Aus diesem Grunde, wenn man die Lebensbedingungen der *Gleocapsa* für die der fossilen Wasseralge ansieht, muß man Zugeständnisse machen, welche man eigentlich nur hätte tun können, wenn wir die diesbezüglichen Beobachtungen der damaligen Natur hätten, die uns leider fehlen.

Der Kuckersit stellt also den einzigen bisher bekannten Sapropelit marinen Ursprungs dar, welcher keinem Zweifel unterliegt [1]. Wahrscheinlich kann man sich die bemerkenswerte Erhaltung der Wasseralgen, die in Erstaunen setzt, durch ihre Ablagerung im Meereswasser erklären. Sie stellen sich im Kuckersit wenig verändert vor, haben die Form ihrer Kolonien erhalten und sind fähig, im Wasser und Chloralhydrat aufzuquellen; hinsichtlich der Form zeigen sie fast ihr natürliches Aussehen. Dieses Faktum ist besonders bemerkenswert, wenn man das hohe Alter des Kuckersits beachtet. Die unbedeutende Zusammenpressung der Kolonien der *Gleocapsomorpha prisca* innerhalb der Kuckersitablagerungen weist bestimmt darauf hin, daß der Kuckersit sich in sehr seichten Gewässern ablagerte, wo der Wasserdruck unbedeutend war und wo die Ablagerungen des Beckens nicht tiefer, sondern flacher wurden; die Schichten hoben sich aus dem Wasser, wobei die Kuckersitablagerungen auf trockenem Boden ihr Wasser verloren und über sich nur kleine Massen trugen, die keinen bedeutenden Druck ausüben konnten. Tatsächlich sprechen alle Faktoren dafür, daß unsere silurischen Ablagerungen von Estland und vom Petersburger Gouvernement seit ihrem Emporsteigen aus dem Wasser die ganze Zeit trocken dalagen, nur stellenweise mit nicht tiefem Meere in der Quartärperiode, und zwar auch nur kurze Zeit bedeckt waren, dann erlitten sie durch das bedeckende Eis, welches auf ihnen Glazialablagerungen von geringer Mächtigkeit hinterließ, einen Druck.

Nachdem ich den Bau und die Bildung des Kuckersits sowie die wahrscheinlichen Bedingungen seiner Bildung erklärt habe, bleiben nur noch einige Worte zu sagen über die Stellung, die der Kuckersit unter den uns schon bekannten Typen von Sapropeliten einnehmen muß. Diese letzte Bezeichnung brauche ich für sämtliche Arten, die Sapropele in sich schließen, ohne darauf hinzuweisen, ob die Arten ausschließlich aus einem erhärteten Sapropel

---

[1] Zu den marinen Sapropeliten mit einem großen Gehalt an mineralischer Masse muß man die bekannten württembergischen oberliasischen *Posidonomya*-Schiefer zählen, in welchen sich Gagatstücke finden.

besteht oder nur eine größere oder geringere Menge davon zur Ausfüllung der Mineralmasse enthält. Potonié benennt den reinen erhärteten Sapropel der Neuzeit und der Quartärzeit Saprokoll, den der tertiären Periode Saprodil und für die alleraltesten Sapropele benützte er, wie ich schon zu Beginn des Artikels sagte, die Bezeichnung Sapanthrakon, was so viel wie Sapropelkohle heißt. Hält man sich an die vorgeschlagene Einteilung, so muß der Kuckersit als reiner Sapropel hohen Alters Sapanthrakon benannt werden. Das augenscheinige Fehlen von Humusgel spricht jedoch bestimmt dagegen, da dieses in der Boghead- und Kännelkohle immer vorhanden ist und ihnen ihre eigene schwarze Färbung verleiht. Dieses Fehlen von Humusgel gibt nicht das Recht, ihn Kohle zu nennen in dem üblichen Sinne dieser Bezeichnung und macht es nötig, im Kuckersit einen alten Saprokoll zu erblicken. Dieser letzten Bezeichnung gebe ich eine ausgedehntere Bedeutung, wie es Herr Potonié tat. Meiner Meinung nach muß man jeden erhärteten Sapropel, welcher sich ohne Humusgel abgelagert hat, abgesehen von seinem Alter, Saprokoll nennen.

Was die chemische Zusammensetzung des Kuckersits betrifft, so enthält er ohne Asche und wasserfrei 64,96 % C und 8,11 % H, was das Verhältnis gibt C/H = 8 und C/O + N = 2,4. Hiernach ist der Kuckersit reicher an Sauerstoff als irgend eine mir bekannte Bogheadkohle. Der Boghead von Autun ist arm an Sauerstoff und ergibt das Verhältnis C/O + N = 64,3 für ein Verhältnis C/H = 7,98. Bedeutend reicher zeigt sich der Boghead von Muraewninsk (aus dem Schacht Fürst Dolgorukoff), bei welchem das Verhältnis C/H = 10,1 und C/O + N = 5,5 ist. Dieser Reichtum des Kuckersits an Sauerstoff ungefähr im Verhältnis C/H = 8, das bei dem Boghead von Autun beobachtet werden kann, weist bestimmt darauf hin, daß sich der Bildungsprozeß des Kuckersits etwas von der Bildung des Bogheads unterscheidet. Der Unterschied im Bildungsprozeß wird wahrscheinlich bei gleichmäßiger Ablagerung der Algen dadurch bedingt, bei der Bildung des Kuckersits durch das Fehlen von Humusgel, welcher unter Wasser entstand und sich durch die Endzersetzung des Planktons bei der Entstehung des Boghead bildete. Wie man es auch nach der spärlich vorhandenen Literatur über den Kuckersit beurteilen kann, so mag zu dessen Aufklärung der brasilianische in der Literatur als „Turf of Marahu“ bekannte Sapropel tertiären Alters beitragen, welcher an Lehm erinnert und als gelbgrauer schiefriger Körper vorkommt und durch seine Leichtigkeit und Fähigkeit, an einer Lichtflamme zu brennen, auffällt. Anscheinend zur selben Gruppe von Sapropeliten muß man den Saprokoll tertiären Alters und gelber Farbe vom Zwenigorodsker Kreis im Kiewer Gouvernement (Dorf Nowosielitso, Gut Pl. Kowalenko) zählen, welchen mir A. B. Faas zur mikroskopischen Prüfung gegeben hat und der sich durch dieselben Eigenschaften wie der er-

wähnte Saprokoll aus Brasilien auszeichnet. Indessen ist charakteristisch, daß dieser Saprokoll aus dem Kiewer Gouvernement, abgesehen von seiner gelben Farbe, durch Behandlung mit scharfer Kalilauge dieselbe rotbraun färbt, während der Kuckersit bei dieser Behandlung und nur beim Kochen der Kalilauge ihr eine goldgelbe Färbung gibt. Dieselbe Färbung der Kalilauge erreicht man beim Abkochen mit dem Wasseralgenschlamm aus dem Bielysee, von welchem schon früher die Rede war. Aus diesem Grunde ist der Kiewer Saprokoll tertiären Alters in der Verwesung vorgeschrittener als der Saprokoll silurischen Alters.

Besprechungen.

F. Rinne: Einführung in die kristallographische Formenlehre und elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen sowie röntgenographischen Untersuchungen. 3. Aufl. von „Das Mikroskop im chemischen Laboratorium". Mit 460 Abbild. im Text u. 3 Tafeln. Leipzig, Dr. Max Jänecke, Verlagshandlung. 1919. Ladenpreis 12 Mk.

Die 3. Auflage dieses vortrefflichen Werkes enthält gegenüber der vorhergehenden u. a. eine ausführlichere Besprechung der gnomonischen Projektionsmethode, der optischen Eigenschaften der Kristalle, vor allem aber eine Erörterung über die Grundzüge der kristallographischen Röntgenogrammetrie, die nach der Entdeckung M. v. Laue's und seiner Mitarbeiter der Ausgangspunkt für eine neue Erforschung der Kristallwelt geworden ist, zu der Verf. selbst schon so viele wichtige Beiträge geliefert hat. Unter den mineralogischen Werken ist dieses das erste, das die Lauediagramme behandelt unter Berücksichtigung der Verfahren von Bragg, Vater und Sohn, von Debye und Scherrer und der neuesten im Leipziger Mineralogischen Institut ausgearbeiteten Verfahren von E. Schiebold.

Die Darstellung ist überall sehr knapp, präzis, klar, kein Wort ist zuviel gesagt, jedes Wort abgewogen, der Benutzer wird zur Mitarbeit gezwungen; das Buch soll ihm ein Ratgeber sein, auf besondere, ausführlichere Werke wird an den einschlägigen Stellen hingewiesen. Insbesondere werden außer den Jüngern der Mineralogie auch alle Vertreter der Physik und Chemie zu diesem Werke greifen, wenn sie sich von dem neuesten Standpunkt der Kristallographie unterrichten wollen, der Wissenschaft, der es vorbehalten bleibt, „die Zusammenhänge zwischen der Leptomorphologie und den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Stoffe in voller Klarheit und Weite zu erkunden". **R. Brauns.**

K. Mieleitner: Die technisch wichtigen Mineralstoffe, Übersicht ihres Vorkommens und ihrer Entstehung. Mit einem Vorwort von P. Groth. 8°. 195 p. München u. Berlin 1919. Druck u. Verlag von R. Oldenbourg. 13 Mk. mit 20 % Teuerungszuschlag.

In den Lehrbüchern der Mineralogie kann auf Vorkommen und Entstehung der technisch wichtigen Mineralien nicht besonders eingegangen werden; dies geschieht in besonderen Werken über nutzbare Mineralien oder Erzlagerstätten, die aber durchweg sehr umfangreich sind und meist nur einen Teil dieser Mineralien, Erze, Nichterze, Edelsteine behandeln. Ein Werk von mäßigem Umfang, das über das Vorkommen aller technisch wichtigen Mineralien kurze Auskunft gäbe, fehlt.

Diesem Mangel soll das vorliegende Werk abhelfen. Verf. hat sich beim Ordnen der Lagerstättensammlung in München (vgl. N. Jahrb. f. Min. etc. 1919. p. -38-) eingehende Kenntnis auf diesem Gebiete erworben und gibt eine in der Tat sehr brauchbare Zusammenstellung, erschöpfende Auskunft wird niemand erwarten; auch sind mit Rücksicht auf den Raum keine Literaturnachweise aufgenommen, die Eigenschaften der Mineralien werden als bekannt vorausgesetzt, ihre Verwendung wird ebenfalls nicht erwähnt. Die Anordnung folgt im allgemeinen dem natürlichen System der Elemente unter Berücksichtigung des Stoffes, um dessentwillen das Mineral verarbeitet wird; so findet Schwefelkies bei Schwefel, Apatit bei Phosphor seinen natürlichen Platz, Glimmer aber, Granat, Nephrit, Lasurstein u. a. bei Aluminium, während sie doch für Ausbeutung dieses Metalls keine Bedeutung haben. Solche Mängel lassen sich bei rein chemischer Anordnung nicht vermeiden, aber die weite Trennung des Quecksilbers von Silber, des Bleis wieder von diesen wäre wohl besser unterblieben; ausführliches Register erleichtert jedoch die Auffindung.

Die Vorkommen eines jeden einzelnen Mineralstoffes werden, soweit dies durchführbar ist, nach der Art der Lagerstätten geordnet, so z. B. bei Kupfer unterschieden: Kupfererzgänge, Kontaktlagerstätten, magmatische Ausscheidung mit Pegmatiten, metasomatische Lagerstätten und Imprägnationslagerstätten. **R. Brauns.**

Ferdinand Scheminsky: Die Emanation der Mineralien. Eine theoretisch-experimentelle Studie. Gr. 8°. 120 p. Mit 3 Tafeln. Verlag von Jos. C. Huber, Diessen vor München. 1919.

Einen Hauptteil dieser Schrift bilden Studien in der Dunkelkammer, „Mediumistische Forschung"; die natürliche Farbe eines Minerals soll durch die Tastnerven „gefühlt" werden, wozu aber nur besonders veranlagte Medien berufen sind. Emanationsschwingungen reagieren auf die Nerven.

Ein anderer Abschnitt ist der Wünschelrute gewidmet, aufsteigende Emanationen beeinflussen den Rutengänger.

Auch die „Kristallseelen" HAECKEL's hat sich der Verf. nicht entgehen lassen; man sieht sie nicht gern in dieser Gesellschaft.

Wer die dunklen Unterströmungen der Zeit verfolgen will, wird in dieser Schrift Belege dafür finden. **R. Brauns.**

Personalia.

Ernannt: ao. Prof. Dr. **Ewald Wüst** in Kiel zum ord. Professor. — Privatdozent Dr. phil. **Eberhard Rimann**, zum ord. Professor für Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule und zum Direktor des Mineralogisch-geologischen Museums in Dresden. — Dr. ing. **Schuhmacher** als Nachfolger von R. BECK zum ord. Professor der Geologie, Lagerstättenlehre etc. an der Bergakademie in Freiberg i. S.

Angenommen: Dr. **O. Schmiederer**, Privatdozent für Geographie in Bonn, die ihm angebotene Professur für Mineralogie und Geologie an der Universität Cordoba (Argentinien).

Habilitiert: Dr. **Erich Jaworski** für Geologie und Paläontologie an der Universität Bonn.

Gestorben: Geh. Hofrat Dr. **Franz Toula**, Prof. emerit. an der Technischen Hochschule in Wien. — Geh. Bergrat Prof. Dr. **Gottlieb Berendt**, Landesgeologe an der Preuß. Geol. Landesanstalt in Berlin (Schreiberhau). — Unterstaatssekretär a. D. Dr. v. **Elterlein**-Berlin. — Hilfsgeologe Dr. **Th. Möller**-Berlin. — Bezirksgeologe (Privatdozent a. d. Universität Marburg) Dr. **Fritz Herrmann**-Berlin. — Landesgeologe Dr. **Fr. W. Pfaff**-München. — Prof. **Samuel W. Williston**-Chicago.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Kristallographische Eigenschaften von Sulfonal.

Von **H. Seifert** in Kiel.

Mit 3 Textfiguren.

Das längst bekannte und als Schlafmittel verwendete Diäthylsulfondimethylmethan (Sulfonal) $C_7 H_{16} S_2 O_4 = (C_2 H_5 . SO_2)_2 C (CH_3)_2$ ist kristallographisch noch nicht untersucht. A. Bogojawlensky [1] stellte bei seinen Untersuchungen über die Kristallisationsgeschwindigkeit unterkühlter Schmelzen auch Versuche mit Sulfonal an, machte aber weiter keine kristallographischen Angaben.

Die im folgenden beschriebenen Kristalle sind von Prof. A. Falck [2] im Pharmakologischen Institut der hiesigen Universität gewonnen und mir von Prof. A. Johnsen zur Verfügung gestellt worden. Sie sind kristallisiert aus Wasser, Weingeist (90 Volumproz.), Äther, Essigester, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Toluol.

Schmelzpunkt $t_s = 130^0$ bis 131^0 C (E. Baumann [3]), 125^0 bis 126^0 C (E. Fromm [4]), $125,5^0$ C (L. Scholvien [5]), 127^0 bis 128^0 C [korr.] (R. Kempf [6]); A. Bogojawlensky [7] fand bei seinen Versuchen nach einmaligem Umkristallisieren aus heißem Wasser $t_s = 125,6^0$ C.

Symmetrie: monoklin-holoedrisch (pseudorhombisch).

Formen:

a {100}, b {010}, c {001}, r {101}, ϱ {10$\bar{1}$},
s {201}, σ {20$\bar{1}$}, m {110}, n {120}, q {011}.

---

[1] A. Bogojawlensky, Zeitschr. f. phys. Chem. **27**. 1898. 593.

[2] Vgl. A. Falck, Pharmaz. Zentralhalle. 1919. No. 36. Hier findet sich auch eine kurze kristallographische Notiz über Sulfonal von A. Johnsen.

[3] E. Baumann, Ber. d. D. chem. Ges. **19**. 1886. 2808.

[4] E. Fromm, Lieb. Ann. 253. 1889. 147.

[5] L. Scholvien, Pharm. Ztg. **33**. 1888. 320; Zeitschr. f. analyt. Chem. **27**. 1888. 664.

[6] R. Kempf, Journ. f. prakt. Chem. **78**. 1908. 259.

[7] A. Bogojawlensky, l. c.

Morphologische Konstanten:

$$\frac{a}{b} = 1{,}563 \pm 0{,}004,$$

$$\frac{c}{b} = 1{,}446 \pm 0{,}006,$$

$$\beta = 90^0\,31\tfrac{1}{2}' \pm 1\tfrac{1}{2}'.$$

Der Habitus ist mannigfaltig und zeigt deutliche Abhängigkeit vom Lösungsmittel.

Die Kristalle aus wäßriger Lösung sind gestreckt nach der Symmetrieachse, dabei mehr oder weniger tafelig nach a {100} (Fig. 1); a {100} kann gegen r {101} und ϱ {10$\bar{1}$} stark zurücktreten; c {001} ist stets sehr schmal, fehlt auch sehr häufig. Nicht beobachtet sind hier s {201}, σ {20$\bar{1}$}, n {120}, q {011}.

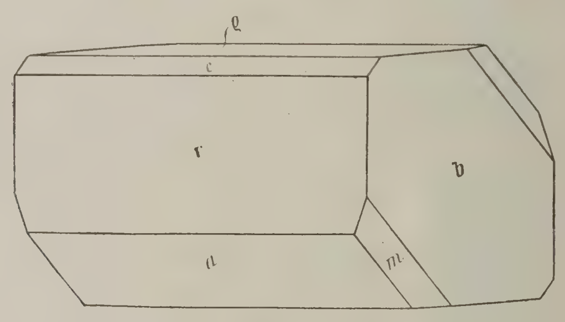


Fig. 1.

Toluol liefert ähnliche Individuen, die indes zumeist weniger stark gestreckt nach [010] sind. In der Orthodomenzone, die z. T. mit allen oben genannten Flächen vertreten ist, tritt a {100} stark zurück. Häufig fehlen die Vertikalprismen; q {011} ist selten — wie überhaupt bei allen aus den verschiedenen Lösungsmitteln abgeschiedenen Kristallen — und dann stets sehr klein. Hier fanden sich die größten Kristalle der ganzen Sammlung, bis 4 mm lang nach [010], bis 3½ mm nach [001].

Aus Äther scheidet sich Sulfonal am mannigfaltigsten und formenreichsten aus. Beobachtet sind Kristalle vom Typus der Fig. 1 in allen Übergängen bis zur isometrischen Ausbildung (Fig. 2). Ferner stellt sich Typus 3 (Fig. 3) ein: mehr oder weniger tafelige Kristalle nach b {010}, mit welcher Fläche dieselben auch fast durchweg aufgewachsen sind.

Weingeist als Lösungsmittel ergibt alle drei Typen; die Individuen sind dabei entweder sehr flächenreich — a {100} und c {001} erscheinen dabei stets nur winzig — oder sehr flächenarm. So wurden z. B. Kristalle beobachtet, die nur von b {010}, r {101},

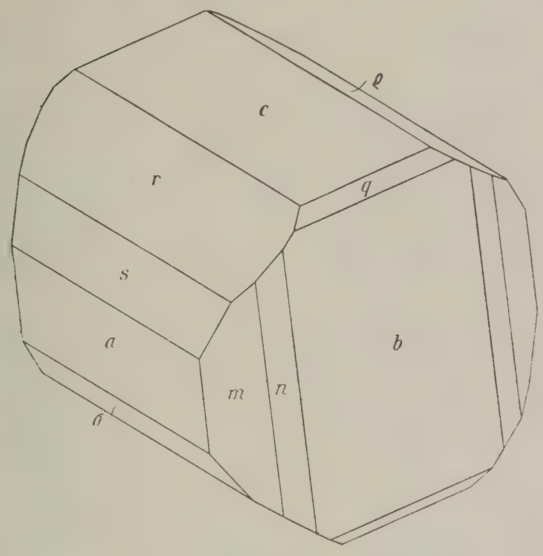


Fig. 2.

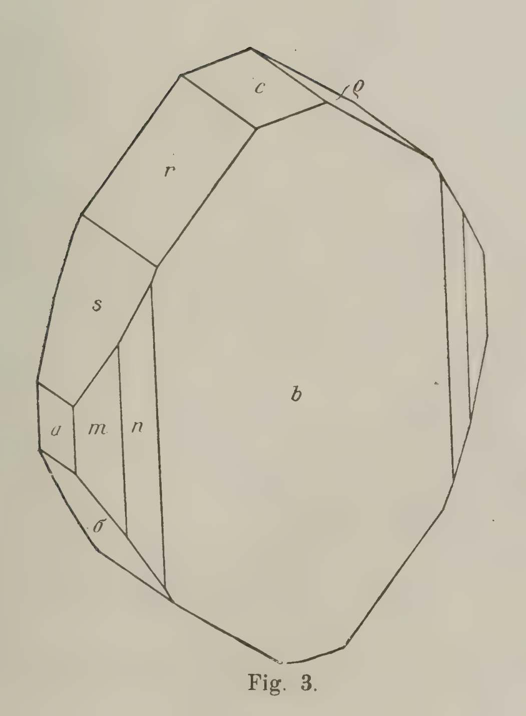


Fig. 3.

Winkel	Lösungsmittel						berechnet
	Wasser	Weingeist	Äther	Essigester	Chloroform	Toluol	
(100) : (101)	*46° 57′ ± 2½′	47° ¼′ ± 5¼′	46° 59′ ± 5′	46° 59¾′ ± 18½′	46° 45′ ± 13′	46° 37½′ ± 12′	—
(100) : (10$\bar{1}$)	*47 31 ± 4	47 30½ ± 1	—	47 24½ ± 8½	47 43½ ± 5	47 38½ ± 17½	—
(001) : (101)	42 29¼ ± 1	42 25½ ± 1	42 26¾ ± 5	—	42 45½ ± 45	42 42 ± 2	42° 31½′
(001) : (10$\bar{1}$)	43 3 ± 1	43 5½ ± 2	42 58¾ ± 5½	—	42 47½ ± 20	—	43 ½
(101) : ($\bar{1}$01)	85 31½ ± 4	85 35 ± 12	—	85 35 ± 14½	85 31½ ± 48	—	85 32
(100) : (201)	—	—	28 20¾ ± 2½	28 17¼ ± 7½	—	—	28 16½
(100) : (20$\bar{1}$)	—	—	28 24½ ± 4	28 23¾ ± 1	—	28 46 ± 25½	28 30¾
(101) : (201)	—	—	18 40½ ± 5	18 42½ ± 24¾	—	—	18 40½
(10$\bar{1}$) : (20$\bar{1}$)	—	—	19 8 ± 3	19 9¼ ± 2	—	18 43¾ ± 28	19 ¼
(100) : (110)	*57 23¾ ± 4	—	57 17¾ ± 5¾	—	—	57 6¼ ± 27	—
(010) : (120)	—	—	17 52¾ ± 26¼	17 50¼ ± 17	—	17 42 ± 6	17 44
(010) : (011)	—	34 43 ± 1	35 8¾ ± 1	—	—	35 3½ ± 1	34 40

ϱ {10$\bar{1}$} begrenzt und tafelig nach einem der beiden Orthodomen waren; dieselben erschienen infolge der morphologischen Konstanten nahezu wie rechteckige Tafeln.

Die geringe, aus Essigester erhaltene Ausbeute zeigte meist den Typus der Fig. 1, aber weniger gestreckt nach [010]; dem Typus 3 gehörte nur ein einziges, aber das größte und am vollkommensten ausgebildete Individuum an, das auch gemessen wurde.

Die Kristalle aus Chloroform sind fast durchweg tafelig nach b {010} (Fig. 3); doch wurde auch der prismatisch-tafelige Habitus nach einem Orthodoma beobachtet. Vertikalprismen fehlen.

Tetrachlorkohlenstoff liefert ganz ähnliche Kristalle wie das Chloroform; sie waren aber zu Messungen nicht geeignet.

Neben den allseitig gut ausgebildeten Kristallpolyedern zeigten sich in beträchtlicher Zahl, besonders aus Toluol und Weingeist gebildet, Kristallskelette, gestreckt nach [010] und von der Form b {010}, r {101}, ϱ {10$\bar{1}$}, auch wohl a {100}, mit trichterförmigen Einsenkungen in allen Flächen.

Vizinalflächen, oft nicht unbeträchtlich von der Hauptflächenlage abweichend, sind häufig vertreten, besonders an Kristallen, die nicht aus wäßriger Lösung entstanden. Auffallend ist dies besonders für b {010}, so daß die Messung der Winkel zwischen b {010} und den Orthodomen niemals 90° ergibt.

Die Tabelle der Winkelmessungen läßt erkennen, daß die organischen Lösungsmittel — im allgemeinen mit zunehmender Anzahl der Kohlenstoffatome des Moleküls in steigendem Maße — einen Ausgleich zwischen korrespondierenden Winkeln wie z. B. (100) : (101) und (100) : (10$\bar{1}$) begünstigen und so eine weitere Annäherung an rhombische Symmetrie bewirken. Es muß dahingestellt bleiben, ob zur Erklärung dieser Tatsache lediglich die Annahme einer durch jene Lösungsmittel begünstigten verstärkten Vizinalflächenbildung ausreicht oder ob eine wirkliche Deformierung des Kristallgitters, möglicherweise durch Einlagerung von Molekülen der Lösungsmittel, in Frage kommt.

Spaltbarkeit recht gut nach a {100}.

Plastisch. Translationsebene T = a {100}, Translationsrichtung t = [010]. Die Kristalle lassen sich schon durch geringen Fingerdruck um die Biegungsachse [001] fälteln.

Farblos. Optische Achsenebene // b {010}; eine Abweichung der spitzen Bisektrix von der Normalen von a {100} war nicht feststellbar. Optisch negativ. Der beträchtliche Achsenwinkel konnte nicht gemessen werden, da die weichen Kristalle das Schleifen orientierter Platten nicht gestatteten.

Kiel, Mineralogisches Institut.

Über rumänischen Bernstein.

Von **Paul Dahms** in Zoppot a. d. Ostsee.

Mit 2 Textfiguren.

Die Lagerstätten des rumänischen Bernsteins, seine physikalischen Eigenschaften und seine chemische Zusammensetzung stimmen mit denen des baltischen Bernsteins in großen Zügen überein (7, p. 250; 9, p. 4—8). Ein scharfer Unterschied zwischen Rumänit und Succinit läßt sich deshalb nicht aufrecht erhalten, und doch müssen einige Eigentümlichkeiten des ersteren hervorgehoben werden, die ihn besonders bemerkbar machen und wertvoll erscheinen lassen. Der hohe Preis, der für dieses fossile Harz gezahlt wird, ist bedingt durch das Auftreten besonders schöner Färbungen und von Rissen und Hohlräumen, die es wie flimmernde Schuppen durchsetzen oder andere bemerkenswerte Effekte hervorrufen.

Die Farbe bewegt sich zwischen Gelb, Rosenrot, Dunkelgranatfarben und Rauchgrau; letzteres geht dann ferner zum bläulichen und schließlich tiefen Schwarz über. Tiefere Töne herrschen vor. Gelegentlich zeigen sich außerdem grünliche bis tiefblaue Reflexe oder bei durchfallendem Licht braunrote und bei auffallendem grünbraune oder grünblaue Farbentöne. Dieselben Stücke können verschieden gefärbt und durchgebildet sein; einige besitzen dunkle, oft netzförmige Adern in lichter Grundmasse — oder umgekehrt —, dann wieder dunklere Kerne und Knoten in lichten Hüllen — oder umgekehrt. Wenn die vorhandenen Sprünge dunkler als die Harzmasse sind, erscheint das Material ebenfalls schön dunkel geadert; wenn sie in klaren, grün oder blau gefärbten Stücken das Licht zurückwerfen, steigt der Wert der Stücke besonders hoch. Bei manchen wird das Licht schließlich derart zurückgeworfen, daß sie an Perlmutter erinnern, doch mit dem Unterschiede, daß der Reflex mitunter weiß, gelb oder rot ist und vollkommen an „Katzenauge“ erinnert (5, p. 250; 11, p. 186, 187; 12, p. 17; 13, p. 71, 72).

Eigenartiger noch wirken die vielen Sprünge, die in der Harzmasse vorhanden sind. Soweit sie näher betrachtet werden konnten, erinnerten sie in ihrer Ausbildung an solche Gebilde, wie sie beim Erwärmen des Bernsteins auf trockenem Wege oder in öligen Stoffen zustande kommen. Meist handelte es sich dabei um Sprünge in der Nähe der Oberfläche, während die in großen Mengen auftretenden, meist parallel geordneten in der dunkleren Harzmasse sich einer eingehenderen Prüfung entzogen.

Klebs führt sie darauf zurück, daß der rumänische Stein auf primärer Lagerstätte die verschiedensten Oszillationen der Erdrinde

mitmachen mußte und bei seiner geringen Elastizität im festen Gestein nicht nachgeben konnte. Die weitere Behandlung und Ausführung dieser Frage stellte er in Aussicht (1897), doch konnte er diese Absicht nicht verwirklichen (17, p. 209, 210). Auch Murgoci führt ihre Entstehung auf ähnliche Ursachen zurück (18, p. 32); zum Beweis für diese Annahme dient ihm die beim rumänischen Bernstein häufig auftretende Doppelbrechung.

Diese Begründung ist aber nicht stichhaltig, denn Doppelbrechung tritt sowohl beim rumänischen wie baltischen Vorkommen sehr häufig auf. — Beide bestehen rund zu $\frac{1}{5}$ aus Verbindungen von verhältnismäßig niedrigem Schmelzpunkte. Diese oxydieren sich, zerfallen an der Oberfläche der Stücke und werden durch weitere, die aus dem Inneren nach außen hin wandern, ersetzt. Diese Strömungen versuchen in einem gewissen Maße das Zustandekommen von Spannungen zwischen den inneren und äußeren Teilen der Stücke zu verhindern, doch ist das nur bis zu einem gewissen Grade möglich (9, p. 208). Die randlichen Teile werden verhältnismäßig arm an den leicht schmelzbaren Verbindungen, deshalb beginnen sie zusammenzuschrumpfen; sie pressen auf den Kern, werden von diesem verhindert sich zusammenzuziehen und erhalten zuerst winzig kleine Risse, die sich durch das Rauhwerden der bisher glänzenden Flächen bemerkbar machen. Daß die Zerrung der Oberhaut nach bestimmter Gesetzmäßigkeit vor sich geht, zeigen die zarten Risse, welche an bestimmten Stellen gleiche Form und Orientierung aufweisen (6, p. 36). Die auf den Kern ausgeübten Druckkräfte lassen Adern und Streifen hervortreten, angeschliffene Flächen sich verziehen und planparallele Plättchen windschief werden (4, p. 17; 9, p. 180).

Findet bei dem ersten Teil des Oxydationsvorganges zuerst fast ausschließlich Aufnahme von Sauerstoff statt, so wird sie später durch das Entweichen der entstehenden Zersetzungsgase fast vollkommen verdeckt. Die Oberfläche wird durch die entstehenden Risse und Sprünge stark vergrößert, und bei jedem der Teilstücke wiederholen sich die Vorgänge, welche zuerst beim Ausgangsstück verfolgt werden konnten (6, p. 38). Die Spannungserscheinungen können sich schließlich soweit steigern, daß der Bernstein birst; auf die zuerst senkrecht zur Oberfläche auftretenden Sprünge treten später weitere, die ihr parallel verlaufen. In letzterem Falle handelt es sich um einen Spannungsausgleich zwischen den Säulchen der Bernsteinmasse und dem aufgespaltenen und zusammengetrockneten ganzen Stück.

Bei dem Auswandern der leicht schmelzbaren und bei der Oxydation zerfallenden Bestandteile des Bernsteins wird das Gebäude des Bernsteins gelockert, es treten kleine Hohlräume auf, die mit den entstehenden Zersetzungsgasen gefüllt sind; und diese üben ihrerseits wieder einen Druck auf das umschließende fossile

Harz aus. Besonders wo eine schlaubige Struktur, dann aber auch, wo irgend eine andere Neigung zur Rißbildung vorliegt, treten eigentümliche Sprünge auf, die in dem etwas erweichten Material eigentümliche Form annehmen. Daß es sich hier um Druckkräfte von Gasen handelt, ergibt sich aus dem Umstande, daß dicht unter der Oberfläche statt der Sprünge kleine Bläschen entstehen, welche den geringen Widerstand nach außen hin abdrängen und bei polierten Flächen kleine Emporwölbungen bilden (6, p. 44).

Diese Spannungserscheinungen treten in verstärktem Maße bei erhöhter Temperatur auf, besonders bei dem Prozeß des sog. Klarierens. Wird er auf trockenem Wege durch bloßes Erwärmen vorgenommen, so finden die Verwitterungsvorgänge in erhöhtem Maße statt wie bei gewöhnlicher Temperatur. Man hat deshalb verschiedene Maßregeln ergriffen, den allzu lebhaften Verlauf dabei einzuschränken (4, p. 9) und das erhaltene Kunstprodukt durch nachträgliche Behandlung „schmeidiger" zu machen (4, p. 18). Bei dem Klarieren auf nassem Wege dringt das warme Öl langsam in den Stein ein und löst einen Teil der leicht schmelzbaren Bestandteile heraus. Die ungeklärten Partien ziehen sich bei dem Vorgang scheinbar immer mehr ins Innere zurück; dabei entstehen so hohe Spannungen, daß bei dem Durchbohren das Stück gewaltsam in lauter Trümmer zerfällt, etwa nach Art eines Bologneser Fläschchens (1, p. 98).

Alle diese Spannungserscheinungen bieten Veranlassung für das Auftreten von polarisiertem Licht. Wo die Bildung von Sprüngen oder gelegentliches Zuwandern von Bestandteilen des Bernsteinharzes stattfindet, hört der Spannungszustand für kurze Zeit ganz oder teilweise auf. Im allgemeinen kann man wohl sagen, daß das Auftreten von polarisiertem Licht im Bernstein die Regel, sein Fehlen die Ausnahme bildet. Deshalb kann man von seinem Vorhandensein nicht auf ein früheres Auftreten von äußeren Druckkräften schließen.

Durch Spannungsunterschiede in der Bernsteinmasse kommt es zur Bildung von Sprüngen. Werden die Unterschiede jäh herbeigeführt, so treten sie in Formen auf, wie sie erhitztes Glas zeigt, das man schnell abkühlt. Erhitzt man z. B. ein Stück Bernstein in Wasser bis auf 100° C und wirft es dann in kaltes, so entstehen scharf umgrenzte Sprünge; anders verläuft die Bildung, wenn die Spannungen verhältnismäßig langsam auftreten und wirken, wenn z. B. die Temperatur ganz langsam ansteigt oder die Verwitterungsvorgänge im Laufe längerer Zeit verändernd andauern. In den letzteren Fällen spielen die leicht schmelzbaren Bestandteile des fossilen Harzes eine vermittelnde Rolle, sie setzen der Trennung der Substanz einen gewissen Widerstand dadurch entgegen, daß sie die entstehende Kluftbildung auszuheilen suchen. Dieses Bestreben

wird in seltenen Fällen auch von Erfolg gekrönt, meist aber ist es umsonst und gibt nur Veranlassung zum Auftreten von ganz charakteristischen Erscheinungen.

Zuerst sind die auftretenden Sprünge so zart und fein, daß man ihre Umgrenzung, selbst unter der Lupe, nicht wahrnehmen kann; nur ein kaum merkliches Auftauchen von Interferenzfarben weist darauf hin, daß feine Klüfte in der Harzmasse entstehen. Das Irrisieren nimmt allmählich zu, um dann wieder zu verschwinden und einer mehr oder weniger silbern oder goldig glänzenden Schuppe Platz zu machen, deren Glanz auf Totalreflexion zurückzuführen ist. Die Säume haben rundliche oder schwach elliptische Form; wo die Sprünge mehr an der Oberfläche liegen, werden sie länglich, und zwar so, daß die Längsachse senkrecht zur Oberfläche gerichtet ist. Je langsamer sie sich bilden, desto regelmäßiger wird ihre Form; besonders bei Einwirkung von Wärme können sie so groß werden, daß man in ihnen eingeschlossene Münzen zu erkennen meinte.

Vielfach versuchen die leichter schmelzbaren Harzbestandteile die entstehende Kluftbildung wieder auszufüllen. Weichen deren Flächen immer mehr auseinander, so wird die zähflüssige Harzmasse nicht genügend Kraft besitzen, sie zusammenzuhalten. Sie bildet winzig kleine Tröpfchen oder fließt als letzte Verbindung zu Adern oder Rippen zusammen, die sich wie „Blattnerven“ zusammenordnen. Weichen die Flächen noch weiter auseinander, so kommt es zur Bildung von Reißlinien; diese geben dann an, wo die letzte Brücke zwischen den beiden auseinander gewichenen Harzflächen bestand. Sie sind es auch, die dem Beschauer verschiedenartige Schriftzüge und Embleme auf den scheinbar eingeschlossenen Münzen im klar gekochten Bernstein vorgaukeln.

Je nach der Temperatur geht das Wachstum der Sprünge mehr oder weniger lebhaft vor sich. Wo, wie beim Klarkochen des Bernsteins, die Masse durchweicht ist und der Trennung nur wenig energischen Widerstand entgegensetzt, entstehen jene schönen Pseudoeinschlüsse, welche die Bezeichnung „Sonnenflinten“ führen. Die verschiedenen, nacheinander auftretenden Säume der Wachstumsformen und die aderförmigen Reißleisten geben zusammen ein Bild, das an Fischschuppen erinnert. Ist der Bernstein nicht von derartigen öligen Stoffen durchtränkt, so kommt es nicht zur Bildung solcher schönen Formen: unter günstigeren Verhältnissen, z. B. bei Vorhandensein von genügend Wärme, schiebt sich dann der Sprung in Form von Lappen und mehr oder weniger verästelt — gleichsam tastend — vor; unter ungünstigeren muß er eine größere Kraft entfalten, um die widerstrebende Harzmasse zum Nachgeben zu zwingen. Dann treiben die Gase, welche im wachsenden Sprung vorhanden sind, kleine wurzelförmige, radiär angeordnete Klüfte, später dreieckige, an ein Sägeblatt

erinnernde, in die Harzmasse vor. In ersterem Falle scharen sich die mehr oder weniger lappenförmigen Ausläufer der Bildung zu einer Art Rosette zusammen, oder sie weisen blattartige Formen auf, die an den Thallus pflanzlicher Organe erinnern, in letzterem kommt es nur zu zackigen Dekorationen der Säume an den ursprünglichen Bildungen. Auch Sprünge, deren Ausbildung abgeschlossen erschien, und Sonnenflinten können nachträglich unter ungünstigen Bedingungen auf diese Weise weiterwachsen. Zwischen den Formen, die diesen verschiedenen Bedingungen ihre Entstehung verdanken, gibt es naturgemäß die verschiedenartigsten Übergänge.

Wo schlaubiger Bernstein vorliegt, ordnen sich die Sprünge zwischen den einzelnen Decken, d. h. in der Richtung des geringsten Widerstandes an; deshalb verlaufen sie bei ihm fast parallel und können die Auffassung wachrufen, sie seien durch eine Druckkraft senkrecht zu ihrem Verlauf hervorgerufen. War die Fläche, über die der Bernstein floß, uneben, so nahmen seine einzelnen Decken und die später zwischen diesen entstehenden Sprünge ganz oder annähernd gleichen Verlauf; so konnte es möglich werden, daß sie die Form eines stumpfen Kegelmantels erhielten (9, p. 193, 194). Auch hieraus geht hervor, daß die Bildung von Flinten nicht immer durch die Kräfte des Gebirgsdrucks veranlaßt sein muß.

Sprünge, die nacheinander von demselben Ausgangspunkte ihren Ursprung nehmen, so daß die eine die Fortsetzung der anderen ist, sind makroskopisch nicht allzu häufig. Eine besonders schöne Bildung ist bereits früher in klar gekochtem Bernstein beschrieben worden (3, p. 6), im Rumänit wurde eine solche bisher nicht beobachtet. — Das Westpreußische Provinzial-Museum in Danzig besitzt in der Kollektion Helm unter Rumänit No. 6 ein Stück mit typischer Rinde aus klarem Material, das in seiner Farbe an alten Ungarwein erinnert. Es enthält eine länglich runde Schuppe von etwa 7,5 mm Länge und 4 mm Breite; diese ist matt, ihr Saum trägt breitlappige, kerbförmige Vorsprünge. Zart ausgebildete Reißlinien und trübe Säume und Felder in deren Nähe weisen auf ein ganz allmähliches Losweichen der Harzmasse von den Flächen des Sprunges hin. Dieser ist aus einer etwas kleineren Flinte hervorgegangen, deren Rand ähnlich gestaltet und fast um 0,75 bis 1 mm von dem der größeren entfernt ist. Der erste Anstoß zu ihrer Bildung ist wohl durch die Spannungen der Rinde gegeben, welche sie berührt.

Wenn sich Bernsteinbrocken bei Verwitterungsvorgängen von einem größeren Stücke loslösen oder bei verwittertem Material, dessen Kluftflächen vorübergehend durch die leicht schmelzbaren Bestandteile des fossilen Harzes verkittet wurden, endgültig eine Trennung zustande kommt, so wirken die Kräfte der Spannung nicht auf einmal, sondern zu verschiedenen Malen nacheinander.

Dabei entstehen an dem Orte der Loslösung mehr oder weniger konzentrische Ringe; der Zusammenhang wird dabei auf eine immer schmälere Stelle beschränkt, bis er schließlich nur noch durch einen stielchenförmigen Rest unterhalten wird; schließlich zerfällt auch dieser (9, p. 201, 202, 217, 219—221). Während die Kantenlänge der abgelösten, meist sechsseitigen Stücke beim baltischen Bernstein in der Regel nur 1,5—7 mm beträgt (9, p. 202), und die auf ihm vorhandenen Loslösungsringe eine dementsprechend nur verhältnismäßig geringe Ausdehnung besitzen, zeigt ein Stück von rumänischem Bernstein eine Ausbildung von wesentlich abweichenden Narben. Es gehört einer Sammlung von Stücken aus rumänischem Bernstein an, die Herr Direktor Dr. Paul Tominski, zurzeit in Königsberg i. Pr., während seines mehrjährigen Aufenthaltes in Bukarest zusammengebracht hat.

Das prächtige Stück stammt von dem berühmten Fundorte Buzeu, hat etwa Quaderform, wobei das eine Ende keilförmig zugeschärft ist. Seine Hauptausdehnungen betragen 7,06 cm, 4,96 cm und 4,34 cm; sein Gewicht beträgt 87,3 g. Es hat weinrote Farbe und besitzt nicht die derbe Verwitterungsrinde, wie sie vom baltischen Bernstein bekannt ist. Daß eine solche vorhanden gewesen sein muß, beweisen die zurückgebliebenen Schuppennarben mit den Resten der Ablösungsstielchen in einem der beiden Brennpunkte von annähernd elliptischen oder mehr ovalen Riefen. Teilweise sind sie recht lang gestreckt, aber meist unvollkommen ausgebildet, da sich immer zwischen den Gliedern einer Reihe von Ablösungssystemen die Glieder der nächsten Reihe, mit ihnen alternierend, einschieben. Diese eigenartige Ausbildung verläuft gut erkennbar nur auf einer Fläche, während sie auf einer anderen wie gewöhnlich fast kreisrunde Konturen besitzt. Als größte Breite wurde an den verzerrten Narben 9,6 mm, als größte Länge 18 mm notiert. Die Längserstreckung der Narben zieht sich in der Richtung der kleinsten Ausdehnung des Stückes hin, während man nach den Beobachtungen der entsprechenden Bildungen beim baltischen Bernstein annehmen sollte, daß sie in der Längsrichtung verlaufen müßten. Die genaue Angabe des Fundortes durch Herrn S. Stotzky-Buzeu besagt, daß das Stück bei der Villa Stoica Matiescu, Dorf Ruginoasa, Communa Brăieşti, Judeţul-Buzau im blauen Ton bei 3,5 m Tiefe gesammelt wurde. Interessant ist, daß dort am Bergabhang eine Quelle für ein gewöhnliches Bad vorbeifließt, dessen Wasser „schweflig riecht und eisenrosthaltig rot aussieht“; die gewöhnliche, teilweise Umhüllung der vorliegenden Stücke mit Markasit oder seinen Zersetzungsprodukten wäre mit der Beschaffenheit des Wassers in engste Beziehung zu bringen. Andererseits stammt der Fund aller Wahrscheinlichkeit nach von primärer Lagerstätte, auch lassen die Flächen des Stücks keine Bruchfläche erkennen, die das Stück der Quere nach geteilt hätte. Die Vermutung, daß die Narben ihrer

Länge nach ursprünglich mit der Länge des Stücks zusammenfielen und die Verlängerung in der einen Richtung mit einer Zerrung in Einklang zu bringen sei, muß also fallen gelassen werden. Die eigenartige Narbenform ist allein auf die Struktur des Bernsteinstücks zurückzuführen, die es bei seiner Entstehung erhielt. — Das Innere ist klar bis auf einige kirschgroße, zartgetrübte Stellen mit verschwommener Umgrenzung. An einer Stelle scheinen Trübungen auch in Schichtform aufzutreten, doch ist bei dem Vorhandensein der dünnen, braunroten Verwitterungshülle für eine solche Angabe Vorsicht geboten. Auch Sprünge und Flinten konnten nicht mit Sicherheit wahrgenommen werden.

Unter den vielen schönen Stücken aus der Privatsammlung des Herrn Dr. Tominski, die nichts wesentlich Neues bieten, befinden sich zwei, die vorzüglich geeignet erscheinen, Aufklärung über die Entstehung der vielen Sprünge im rumänischen Bernstein zu schaffen.

Das Hauptsächlichste von ihnen stellt einen halbierten und auf der Schnittfläche angeschliffenen Tropfen von rumänischem Bernstein dar, der 14,2 g wiegt und bei 58 mm größter Länge die größte Breite von 25,3 mm besitzt. Die natürliche Oberfläche ist mit einer zarten, rotbraunen Oberhaut bedeckt und durch schwach rundliche Hervorragungen und Vertiefungen buckelig; in letzteren hat sich Markasit in Form dünner Krusten niedergeschlagen. Von der Schliffläche aus läßt sich erkennen, daß der Kern noch getrübt ist und aus bastardartigem Material mit wolkigen, teilweise konzentrisch-zonig geordneten Aufhellungen besteht. Der klare, goldgelbe Rand hat eine Breite von 4—9,2 mm, auf der rechten Seite der Schlifffläche ist er fast überall gleichmäßig 7 mm breit. Mit der Menge der Sprünge rückt die Klärung ins Innere vor; es läßt sich gut erkennen, daß sie besonders dort lebhaft eingesetzt hat, wo die Sprünge sich häufen. Diese ziehen sich ihrer Hauptmenge nach in parallelen Ebenen hin; von dem untersten Punkte des Tropfens bis zum schmaler werdenden Teil, auf etwa $\frac{3}{4}$ der Längserstreckung von unten her gerechnet (etwa 44 mm), wurden wenigstens 33 gerechnet, so daß der mittlere Abstand zwischen ihnen etwa 1,3 mm beträgt. Sie verlaufen gegen die Achse unter einem Winkel von rund 75°. Da Tropfen ihren Stoffzuwachs



Fig. 1. Halbierter und angeschliffener Tropfen aus rumänischem Bernstein. Nat. Gr. Das getrübte Innere ist in Klärung begriffen.

von der Ansatzstelle und von innen her erhalten (10, p. 5), können die Sprünge bei dieser Anordnung nicht wie bei schlaubigem Bernstein zwischen den einzelnen Hüllen des ursprünglichen Harzes entstanden sein, zu ihrer Bildung ist vielmehr Gebirgsdruck anzunehmen. Die hier vorhandenen Sprünge bilden fast ausnahmslos glattflächige, ganzrandige Gebilde ohne Ablösungsstreifen und ohne jede Trübung durch Harztröpfchen. Gelegentlich zeigen sie freilich das Bestreben, später noch vorhandene Druckdifferenzen durch Vergrößerung auszugleichen, dann bilden sie feine Zähnchen und wurzelartige Sprünge an ihrem Rande, die in die umgebende Tropfenmasse, und zwar in der Ebene ihrer Ausdehnung vordringen. Es liegen hier also keine „Flinten" vor, wie sie besonders beim Erwärmen in Gegenwart von erweichenden Stoffen auftreten. Die entstandene Schieferung ist bei diesem Stücke allein durch Druck und zum geringen Teil auf dessen Nachwirkungen zurückzuführen. Die Sprünge bilden parallel geordnete, plane oder schwach gekrümmte Flächen von verschiedener Größe; der größte hatte einen Durchmesser von 15 mm.

Während der dicke Bauchteil des Tropfens dem Drucke ausgesetzt war und geschiefert wurde, blieb der mehr aus getrübtem Bernstein bestehende Halsteil hierbei unversehrt. Doch auch er ist reich von Sprüngen durchsetzt, die entweder durch Fortsetzung der Spannungen aus dem Hauptteile des Stückes oder durch Verwitterungsvorgänge und die durch sie bedingte Neigung zum Eintrocknen und zur Bildung von Klüften bedingt wurden. Die hier auftretenden Sprünge entstanden langsam im Laufe der Zeit und erinnern deshalb mehr oder weniger an die sog. Flinten. In dem oberen Teil des Tropfens fehlen sie fast gänzlich; es ist das darauf zurückzuführen, daß hier das reichlich auftretende System Harzmasse—Luft sich derartigen Bildungen widersetzte. Wo dagegen seitlich vom Bastard klare Bernsteinmasse auftritt, stellen sie sich ebenfalls ein. Daß vorzugsweise Verwitterungserscheinungen bei ihrer Bildung wirksam sind, geht daraus hervor, daß sie sich fast ausnahmslos senkrecht zur Oberfläche orientieren und vielfach auf ihr ausmünden; deshalb stehen sie auch mit denen im Bauchteile außer jeder Beziehung.

Zu diesen Flinten, die erst nach und nach entstanden sein können, gehört eine von etwa 4 mm Durchmesser aus der Mitte des Halsteils; sie steht senkrecht zur Oberfläche und wird durch eine andere, die schräge zu ihr verläuft, fast zur Hälfte verdeckt (Fig. 2). Ihr innerer Teil hat einen Radius von 1 mm, zeigt deutlich die Reißlinien, mit denen sich die Flächen des Bernsteins voneinander trennten, und in einigen Teilen winzig kleine Tröpfchen, durch welche der Vorgang der Trennung sich noch jetzt abspielt.

Die Begrenzung ist an einigen Stellen von spitzen Zähnchen gebildet, so daß sie auf eine mehr gewaltsame Trennung der widerstehenden Harzmasse hinweist, an anderen ist sie mit kleineren oder größeren lappenförmigen Vorsprüngen versehen; hier ging die Bildung des Sprunges langsamer und weniger gewaltsam weiter vor. Dieser etwa blattförmige, innere Teil wird von einer ca. 1 mm breiten Zone umgeben, auf der 13 konzentrische Kreise als Grenzen aufeinander folgender Sprünge liegen; die inneren stellen noch eine etwas gelappte Linie von gekerbter oder gewellter Form dar; nach außen hin nehmen sie immer mehr Kreisgestalt an, um sie an der äußersten Grenze in idealster Ausbildung aufzuweisen.

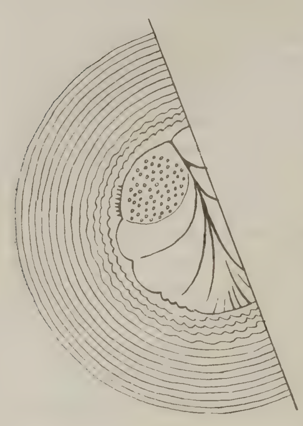


Fig. 2. Flinte aus dem Halsteil des Rumänittropfens. Vergr. ca. 10 : 1.

Flinten von einfacher Form, die nur aus dem inneren blattförmigen Teil bestehen oder sich ganz aus konzentrischen Ringsystemen aufbauen, sind häufiger. Von den letzteren erreicht eine ebenfalls einen Durchmesser von 4 mm. Häufig sind ferner Sprünge von etwa 1,5 und mehr Millimetern Durchmesser, die eine ideal oder stark annähernd kreisrunde, scharf umrissene Gestalt haben, auf deren Umfang — nach außen gerichtet — ein Kranz von dicht stehenden, radialen, strahlenförmigen Rissen sitzt, deren Länge etwa $\frac{1}{4}$ von der Länge des Radius beträgt. — Um einen mittleren Sprung findet sich in einiger Entfernung wieder einer von ähnlicher Beschaffenheit, dem dann noch mehrere folgen können. Die äußeren streben nicht mehr die ideale Kreisform an; sie können mehr elliptisch oder kreisförmig sein und die Neigung zu lappenförmigen Vorsprüngen verraten. Vereinzelt tritt zu derartigen Systemen noch eine willkürliche Umgrenzung der Sprünge durch eine mehr lappige Linie hinzu, die ebenfalls die erwähnten strahlenförmigen Risse am Rande trägt. — Hier und dort sind schließlich kleine irrisierende, kaum sichtbare Sprünge mit einem durch Harztröpfchen milchigen, verhältnismäßig breiten Rande in die Harzmasse eingestreut. —

Ein weiteres Stück, dessen Sprünge nur durch Druck entstanden sein können, hat die Form einer spitzen, dreiseitigen Pyramide mit abgerundeter Basis und abgerundeter Spitze; es besitzt tiefweingelbe Färbung und auf den Flächen keine Zersetzungskruste. Von ihr zeigen sich Reste von blutroter Tönung und großer Zartheit nur noch an dem spitzen Ende. Das Gewicht beträgt rund 4 g. — Die schmalste Fläche besitzt vollkommene Spaltbarkeit

in der Richtung des Verlaufs der Sprünge; infolge der vielen Sprünge, die ihr parallel verlaufen, besitzt sie einen lebhaften Goldglanz, der in einer bestimmten Richtung an den eines Stücks Auripigment erinnert, wobei sich hier und dort die Farben dünner Plättchen in zartester Weise bemerkbar machen. Diese Fläche ist nicht einheitlich; an einigen Stellen ist sie abgebröckelt und läßt die nächst- oder zweittiefere hervortreten. Sie alle reflektieren das Licht wie eine Ebene. Unter einem Winkel von rund 110° verläuft zu dieser Spaltungsfläche eine natürliche Bruchfläche. Sie ist der Länge nach parallel gestreift und zeigt unter der Lupe terrassenförmigen Aufbau; dieser erweist sich vorzüglich geeignet, durch Zählung die Menge der durch Gebirgsdruck erzeugten übereinander liegenden Schichten zu ermitteln. Als dritte kommt eine Schliffläche hinzu, die dem stumpfen Winkel zwischen den beiden anderen gegenüberliegt. An der breitesten Stelle des Stücks wurden die folgenden Zahlen für die Seiten eines Querschnitts gemessen: auf der Spaltungsfläche 9,3 mm, auf der Bruchfläche 19,4 mm, auf der Schliffläche 24,2 mm, so daß sie sich ungefähr verhalten wie 6 : 13 : 16.

Auf Grund einer Reihe von Messungen wurden auf der Bruchfläche 85 Schichten ermittelt. Da der senkrechte Abstand von der Spaltfläche bis zur gegenüber liegenden Kante auf den angenommenen Querschnitt 17,8 mm beträgt, kommt auf jede der Schichten im Mittel 0,21 mm Dicke.

Sprünge verlaufen in diesem Stück nur auf den Grenzflächen zwischen ihnen. In den meisten Fällen haben sie einen Durchmesser von etwa 3 mm, doch kann er bis zu einem Wert von 8 mm ansteigen. Teilweise heben sie sich durch Goldglanz hervor. Da sie zwischen den einzelnen Schichten an verschiedenen Stellen liegen, stören sie nicht den Zusammenhang des Stücks; daß sie feine Zwischenräume in der Harzmasse darstellen, zeigt sich dadurch, daß sie auf der Schliffläche etwas von dem Schleifmaterial in sich aufgenommen haben. Dagegen findet sich auf ihren Flächen nur vereinzelt eine Bräunung, wie sie auf Oxydationsvorgänge zurückgeführt werden könnte. Teils sind sie roh mit scharfer Umrandung, wie Sprünge in Glas, teils sind sie unregelmäßig begrenzt, laufen an den Enden wie bandförmige Holzsplitter unregelmäßig faserig, zackig und zerfetzt aus und treten etwas weiter wieder in ähnlicher Form auf. Derartige Sprünge können nur durch gewaltsame Einwirkung von Kräften, die von außen her einsetzten, entstanden sein. Sie haben keinerlei Verwandtschaft mit den Flinten und weisen auf Gebirgsdruck hin.

Zum Vergleiche wurde ferner ein Stück Rumänit herangezogen, das ich bereits im Jahre 1894 wegen seines prächtig bräunlicholivgrünen Atlasglanzes erwähnt habe (2, p. 113, 114). Es gehört

zu den geologischen Sammlungen des Westpreußischen Provinzialmuseums (G. S. 2366). Wie bereits angegeben wurde, enthält es längliche Bläschen, die sich fast in gleicher Richtung hinziehen; es liegt ursprünglich eine Harzmasse vor, die nach einer Richtung hin gezerrt wurde. Wahrscheinlich gab die Schwerkraft die hauptsächlich wirkende Veranlassung dazu, während die verhältnismäßig geringfügigen Abweichungen von der Gesamtrichtung von einer hemmenden Unterlage, etwa den Unebenheiten der Rinde der Mutterpflanze, herrühren dürften. Daß die längliche Form der Bläschen von Zerrungen herrührt, scheint auch daraus hervorzugehen, daß die größeren von ihnen in der Mitte etwas verschmälert sind.

Unter dem Mikroskop zeigt sich das Gesamtbild des Fossils hauptsächlich aus zwei Harzströmen aufgebaut, der innere enthält die größeren Bläschen. Nach der Mitte hin liegen mehr rundliche, deren Länge sich zur Breite rund wie 2 : 1 verhält; sie schwankt zwischen 13 μ und 20,8 μ (Mittelwert 18,2 μ), die Breite zwischen 7,8 μ und 13 μ (Mittelwert 9,1 μ). In den randlichen Partien sind die Bläschen mehr länglich, ihre Länge nimmt nach außen hin mehr und mehr zu und verhält sich an den Säumen zur Breite schließlich wie 5 : 1; sie schwankt zwischen 20,8 μ und 49,4 μ (Mittelwert 29,7 μ), die Breite zwischen 5,2 μ und 7,8 μ (Mittelwert 5,9 μ). Diese Varietät würde etwa dem „flohmigen Bernstein“ entsprechen.

Die umgebende Harzmasse enthält fast einheitlich große Bläschen, welche kleiner sind als die der eingeschlossenen Bernsteinmasse. Länge und Breite verhalten sich mit nur wenigen Abweichungen wie 3 : 1 (15,6 μ : 5,2 μ). In diesem Falle liegt etwa „Knochen“ oder „Bastard“ vor.

Zwischen der umgebenden und der eingeschlossenen Harzmasse sind mehrere schmale Zonen mit Bläschen eingeschaltet, deren Größe in der Mitte zwischen den Ausmessungen der erwähnten beiden Bernsteinergüsse liegt. Da in der mittleren Harzmasse die Bläschen sich randlich zusammenscharen, stellen sie die Säume einer früheren Oberfläche dar, an der die Bläschen zusammentretend sich anhäuften. Es liegt also eine Schlaubenbildung vor, die bei Anfertigung des Schliffs in der Richtung des Fließens angeschnitten wurde.

Die gesamte Masse des rumänischen Bernsteins ist von Sprüngen durchsetzt, die einheitlich in einer Richtung verlaufen und die Richtung der Bläschen unter einem Winkel von 30—40^0 schneiden. Sie stellen sich fast sämtlich als linear ausgebildete Risse (im Profil) dar; die ausnahmsweise lappig ausgebildeten sind erst nachträglich aus den letzteren hervorgegangen. Die Länge der Risse schwankt zwischen 756 μ und 1980 μ (Mittelwert 1503 μ), die Breite zwischen 72 μ und 648 μ (Mittelwert 150 μ). Dabei muß bemerkt werden, daß bei den größeren Sprüngen die Breite nach

dem einen Ende stark zunehmen kann; so ist der größte Sprung von 1980 μ Länge an dem einen Ende 252 μ, am andern 648 μ breit; dieses zeigt starke Zerreißungserscheinungen, indem die Harzmassen an ihm unter Bildung von Fetzen und faserigen Resten auseinander gezerrt sind. Die Dicke der Schichten zwischen den Flächen der Sprünge schwankt zwischen 252 μ und 1908 μ (Mittelwert 1436 μ).

Ein sanft verlaufendes Auseinanderweichen der Harzmasse wie bei der Bildung von Flinten liegt hier also nicht vor. Da die Richtung der Sprünge ferner nicht mit der übereinstimmt, welche die Decken der Schlaube verfolgen, muß an gewaltsam wirkende Kräfte gedacht werden. Diese traten nach Abschluß der Bildung des Bernsteinstücks in Tätigkeit, wie die Sprünge andeuten, die ungestört aus dem einen Bernstein-Harzfluß in den anderen übergehen.

Während die Sprünge auf ihren Wandungen sämtlich gebräunt sind, ist das bei den Bläschen nicht immer der Fall, und dann nicht in so hohem Grade. Die Grundmasse des Stücks selbst ist wasserklar, farblos bis lichtgelb gefärbt. Erwähnenswert ist, daß in den 25 Jahren seit Herstellung des Schliffs der oberflächliche Atlasglanz des Stücks ganz erheblich abgenommen hat, so daß sich nur noch Spuren von ihm bemerken lassen.

Die durch Gebirgsdruck entstandenen Sprünge zeigen in einigen Fällen lappenförmige Erweiterungen, die etwa das Vierfache ihrer Breite betragen und sogar zu Gruppen von Rosettenform zusammentreten können. Andere sprungartige Gebilde sind spitz oder erinnern an vegetabilische Reste von Thallusform; auch andere von kreis- und länglichrunder Form sind recht häufig. Sie weisen auf ein gewaltsames Vorwärtsschreiten unter Voraussendung von feinen Rissen und Sprüngen oder auf ein sanfter verlaufendes unter Bildung von lappenförmigen Vorsprüngen und Reißleisten hin. Alle die an „Flinten“ erinnernden Sprünge fallen in die Ebenen mit den Bläschen zusammen; sie sind also zwischen den Decken der Schlaube entstanden.

Die schönsten Lichteffekte werden durch solche Stücke veranlaßt, bei denen die eingestreuten Sprünge recht dicht, und zwar parallel zueinander geordnet vorhanden sind. Bei abblendender Oberfläche oder genügend dichter Lage der Sprünge, so daß sie sich gegenseitig abblenden, entstehen die besten Wirkungen. Stücke, bei denen die Entstehung der Sprünge auf Spannungen zwischen den einzelnen Decken von Schlauben zurückzuführen ist, wirken weniger schön; sie sind bei bemerkenswerter Größe seltener in größerer Anzahl — und seltener in völlig parallelen Ebenen angeordnet, als die durch Druck erzeugten; deshalb können sie auch nicht einheitlich wirken. Ferner sind ihre Flächen durch Trübungen und blattaderartige Gebilde, wie sie bei der Loslösung auftreten,

gelegentlich wohl auch durch Oxydationsprodukte oder infiltrierte Stoffe, zur Erzeugung von Wirkungen wie von glänzenden Flimmern wenig geeignet. Die durch Schieferung entstandenen Sprünge sind im Gegensatz zu jenen reichlich vorhanden und parallel angeordnet, ferner besitzen sie bei bemerkenswerter Größe in der Regel glatte und deshalb spiegelnde Oberflächen.

Während bei den zuletzt beschriebenen drei Proben von rumänischem Bernstein die Bildung von Sprüngen durch geologische Vorgänge nicht abgestritten werden kann, zeigt sich bei zwei von ihnen andererseits, daß die Neigung zur Bildung von kleinen Flinten ebenfalls vorhanden ist, bei dem Tropfen sogar durch besonders schöne Formen, wie sie im baltischen Bernstein bisher nicht beobachtet wurden. Wie weit Erwärmung oder Durchweichung durch Begleiter auf der Lagerstätte dabei in Frage kommen, ist wohl schwierig zu entscheiden. Im Bergwerk Coltza wurde er fest anhaftend an Papierkohle gefunden; seine häufigsten Begleiter sind Steinsalz, Lignit, Petroleum und Ozokerit. Besonders die beiden letzteren, gesondert oder ineinander gelöst, sind sicher nicht ohne Bedeutung für das physikalische und chemische Verhalten des rumänischen Bernsteins; man hat ihn auch vollkommen von Ozokerit umhüllt (14, p. 57) oder auf seinen Rissen mit diesem Mineral ausgefüllt (18, p. 21) angetroffen. Einige Stücke (Olănești) sollen sogar mit einem klebrigen Öle befeuchtet gewesen sein, das an der Luft schnell verdunstete (18, p. 12).

Sicherlich kommen die hauptsächlichsten dieser Begleiter bei der Bräunung in Betracht, die bei dem rumänischen Bernstein durchaus häufig ist. Wie es scheint, hat sie ihren Sitz auf den Sprüngen oder auf den Innenflächen eingeschlossener Hohlräume. Es handelt sich also um Infiltration löslicher Substanzen. Diese Tatsache kann nicht zurückgewiesen werden, da bei oberflächlicher Oxydation alle Bläschen gleichmäßig gebräunt sein müßten, während tatsächlich an gewissen Stellen alle ausnahmslos ohne jede Spur von Bräunung sind. Der Umstand, daß in den zersplitterten Enden der Sprünge — wie bei dem beschriebenen Dünnschliff — sich die Bräunung besonders anhäuft, ist wohl der Hauptsache nach durch die auf diese Weise erzielte, starke Vergrößerung der Oberfläche des abgeschlossenen Raumes zu erklären, auf der infiltrierte Substanzen sich besonders leicht durch Adposition niederschlagen konnten.

Nicht ohne Einwirkung auf die Ausbildung des rumänischen Steins waren nach Murgoci das warme Klima und eine längere Sommerzeit des Entstehungsortes (18, p. 32). Eine Stütze für diese Behauptung gibt der beschriebene Tropfen aus der Sammlung des Herrn Dr. Tominski. Die buckelige, schwach grubige Oberfläche deutet auf ein Fließen und eine Zerrung der Masse mit dem Bestreben hin, sich von der Mutterpflanze abzulösen. Derartige Oberflächen sind bei Tropfen aus baltischem Bernstein bisher nicht beobachtet worden (10).

Doch erwähnt R. KLEBS in seiner Schrift „Aufstellung und Katalog des Bernsteinmuseums von Stantien und Becker in Königsberg i. Pr., 1889“ auf p. 91 unter No. 10 491—10 501 knollig geflossenen Bernstein mit deutlich erkennbarer Tropfenform. Ob auf diese klimatischen Verhältnisse die Tatsache zurückzuführen ist, daß Tropfen aus Rumänit so überaus selten sind — es ist dieses der erste und einzige, der mir durch eigene Anschauung oder durch die Literatur bekannt wurde — oder ob das vereinzelte Vorkommen sich dadurch erklären läßt, daß man jedes größere Bernsteinstück, besonders jedes von ungewöhnlicher Form in Rumänien festhält, um es zu verarbeiten, kann nicht ohne weiteres entschieden werden.

Auch die Seltenheit von flohmigen Stücken ist wohl durch die günstigen Wärmeverhältnisse am Ursprungsorte des Rumänit erklärt worden. HELM erwähnt bereits einige von ihnen als Raritäten, doch KLEBS stellt noch im Jahre 1897 ihr Vorkommen als fraglich hin. Auch dieser Umstand läßt sich ungezwungen dadurch erklären, daß man derartige Fundstücke wegen ihres spärlichen Vorkommens an Ort und Stelle zu wertvollen Schmuckgegenständen verarbeitet. MURGOCI in Bukarest, dem reiches Vergleichsmaterial zu Gebote stand, gibt an, daß wolkige Varietäten sehr selten, dafür aber sehr schön sind; am häufigsten von ihnen tritt „Flohm“ in trüben, streifigen Ausbildungsformen und vorzugsweise „Bastard“ auf. Als „Perlmutter“ wird der Stein bezeichnet, bei dem die Bläschen in Zonen angeordnet sind; „Schaumig“ und „Knochen“ sind dagegen viel seltener (18, p. 5). Am teuersten ist „Perlmutter“, dessen Wert zu 3000 Franken für 1 kg berechnet wird.

HELM erwähnt ein weißlich getrübtes Stück mit kleinen, rundlichen Hohlräumen (11, p. 187). Vielleicht ist es dasselbe, das das Westpreußische Provinzialmuseum in Danzig unter Rumänit Stück No. 5 der Kollektion HELM aufbewahrt. Es stellt einen knochigen Bastard mit dünner, brauner, fast glatter Verwitterungsschicht dar, bei dem wolkige, heller gefärbte Bastardpartien in einer bräunlichgelben, fast aufgeklärten Grundmasse eingebettet liegen. Seine Seltenheit dürfte auch dadurch bestätigt sein, daß nicht weniger als 4 Schnittflächen an ihm vorhanden sind, die auf eine wiederholte Entnahme von Proben hinweisen.

Ebenso selten wie Bläschen sind Hohlräume, die von organischen Inklusen im rumänischen Bernstein stammen. ISTRATI berichtet über den vollkommen erhaltenen Einschluß eines Schmetterlings von 1 cm Länge, bei dem man unter der Lupe sogar die Schüppchen auf den Flügeln erkennen konnte (15, p. 573), MURGOCI nennt zwei Stücke, die eine große Spinne von 4 mm Länge nebst kleineren, sowie 4 Dipteren von 2—4 mm Länge nebst anderen kleinen Insekten enthalten; ein weiteres Stück enthielt eine wunderbar erhaltene Diptere (18, p. 11). Beide Forscher heben hervor, daß

Einschlüsse nur im vollständig durchsichtigen, klaren Bernstein wahrgenommen würden. Pflanzliche Reste, die einen Schluß auf die Mutterpflanze des Fossils zuließen, konnten trotz aller Mühe bisher nicht nachgewiesen werden (18, p. 10). Die Armut der Fauna, soweit sie bisher bekannt ist, läßt sich weniger darauf zurückführen, daß die Hohlräume, welche allein von den organischen Resten überbleiben, sich im Laufe der Zeit auf der Lagerstätte schlossen, als darauf, daß die jährlich gesammelte Menge des rumänischen Steins viel geringer ist, als die des baltischen, daß ferner die dunkleren Farbentöne die Durchsichtigkeit der Stücke stark beeinträchtigen, und schließlich darauf, daß Risse und infiltrierte Substanzen ebenfalls die Reinheit des Materials stark herabsetzen.

Die Menge des Rumänit gibt Istrati im Jahre 1895 für den Distrikt Buzeu mit jährlich 80—100 kg an, ihr gegenüber steht die des baltischen Bernsteins mit 130 t, bei dessen Erbeutung 1400 Personen beschäftigt waren. Die rumänischen Bauern nehmen für den gesammelten Stein in jedem Jahre höchstens 25000 Franken ein. Kleine Stücke bringen 100 Franken für 1 kg, die von schöner Farbe und besonderem Lichteffekt 1000, gelbe oder weißliche dagegen nur 300 Franken (13, p. 69). Im Jahre 1901 gibt derselbe Autor an: für das Höchstgewicht der jährlichen Ausbeute an rumänischem Stein 100 kg, für baltischen Stein 150000 kg (16, p. 650) und 1903 G. Murgoci für den letzteren 400000 kg, für ersteren kaum den 1000. Teil davon (18, p. 32).

Für den Handel kommt eine besondere Art des rumänischen Bernsteins, der ambre brûlé, trotz seines prächtigen Aussehens nicht in Betracht. Er ist granatrot gefärbt und scheint im Inneren faserig zu sein oder aus einer glasartigen Masse zu bestehen, die nach allen Richtungen hin zerbrochen ist; es handelt sich bei ihm um verwitterten Bernstein, der öfter noch einen Kern von frischem Material enthält (18, p. 7). Da sich in ihm die Sprünge schneiden, ist seine Festigkeit äußerst gering. Außerdem zeigen sich bei ihm derart kräftige Spannungen, daß er bei der Bearbeitung und bereits beim Kratzen mit dem Fingernagel in Splitter zerfällt. Ähnliche Stücke sind auch beim baltischen Bernstein beobachtet worden. Durch die auftretenden Spannungen des sich zerklüftenden Materials verschieben sich die einzelnen Bruchstücke und heilen teilweise wieder zusammen. Hierdurch und bei weiterer Zerklüftung häufen die Spannungen sich derart, daß jeder Anstoß von außen genügt, um einen vollkommenen Zerfall der Stücke herbeizuführen. Das gleichzeitige Auftreten von älteren, matten und jüngeren, glänzenden Bruchstellen liefert den Beweis, daß die Zerklüftung dauernd fortschreitet und nur vorübergehend durch Zusammenheilen der entstehenden Trümmer hinausgeschoben wird. — Daß es sich

bei diesem Bernstein um teilweise zersetztes Material handelt, ergibt auch die Prüfung mit Hilfe des Schmelzpunktes, der in diesem Falle höher liegt, als bei rosen- und granatfarbigen Stücken von mehr glasartiger Beschaffenheit (13, p. 70).

Benutzte Literatur.

Dahms, Paul: Mineralogische Untersuchungen über Bernstein. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig.

1. I. Das Klarkochen des Succinit. N. F. Bd. 8. Heft 3. 1894. p. 97—106.
2. III. Über Farbenerscheinungen an fluoreszierenden Bernsteinarten. Ebenda. p. 111—114.
3. IV. Weitere Notizen über das Klarkochen des Succinit. N. F. Bd. 9. Heft 2. 1897. p. 1—8.
4. V. Klären des Succinit auf trockenem Wege. Ebenda. p. 8—19
5. VII. Ein Beitrag zur Konstitutionsfrage des Bernsteins. N. F. Bd. 10. Heft 2/3. 1901. p. 243—257.
6. VIII. Über den Brechungsquotienten des Succinit und einige Erscheinungen, die sich bei der künstlichen Behandlung dieses Bernsteins zeigen. N. F. Bd. 11. Heft 4. 1906. p. 25—49.
7. IX. Über Succinit und Rumänit. N. F. Bd. 2. Heft 2. 1908. p. 1—30
8. X. Über geschichteten und achatartigen Succinit. N. F. Bd. 13 Heft 3/4. 1914. p. 1—24.
9. XI. Verwitterungsvorgänge am Bernstein. Ebenda. p. 175—243
10. XII. Bernsteintropfen. N. F. Bd. 15. Heft 1. 1920. p. 1—42.
11. Helm, Otto: Mittheilungen über Bernstein. Schriften der Naturf Ges. zu Danzig. 14. Über Rumänit. N. F. Bd. 7. Heft 4. 1891. p. 186—189.
12. — Über die unter dem Kollektivnamen „Bernstein“ vorkommenden fossilen Harze. Schriften der Naturf. Ges. in Danzig. N. F. Bd. 10. Heft 4. 1902. p. 16—23.
13. Istrati, C. J.: Rumanita sau succinul din România. La Roumanite ou le succin de Roumanie. Buletinul Societaţiĭ de sciinţe fisici din Bucurescĭ-Romania. Anul 4. No. 3 şi 4. 1895. p. 59—77 u. Academia Romana. S.-A. din „Anelele Academieĭ Române“. Ser. 2. Tom. 16. 1895. p. 1—23.
14. — Compléments à l'étude sur la Roumanite (succin de Roumanie) Buletinul Societăţii de sciinţe din Bucurescĭ. Anul 6. No. 1. 1897 p. 55—59.
15. — Quelques nouvelles données relatives à l'étude de la Roumanite (Succin de Roumanie). S.-A. din „Buletinul Societăţiĭ de sciinţe din Bucurescĭ“. Anul 7. No. 3 şi 4. 1898. p. 272, 273.
16. — Quelques données nouvelles relatives à un échantillon de Roumanite trouvé sur le bord de la Mer Noire à Tékir-Ghiol. Buletinul Societaţii de sciinţe din Bucurescĭ. Anul 9. No. 6. 1901. p. 650—652.

17. Klebs, R.: Cedarit, ein neues bernsteinähnliches fossiles Harz Canada's und sein Vergleich mit anderen fossilen Harzen. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. für 1896. Bd. 17. 1897. p. 199—230.
18. Murgoci, G.: Gisements du succin de Roumanie avec un aperçu sur les résines-fossiles: Succinite, Romanite, Schraufite, Simétite, Birmite etc. et une nouvelle résine-fossile d'Olănești. S.-A. de „Associațiunea Română pentru inaintarca și rĕspândirea sciințelor. Memoriile Congresuluĭ de la Jașĭ". Bucarest 1903. p. 1—34.

Über die im Harzburgit bei Harzburg aufsetzenden Gänge und ihre Beziehungen zum Nebengestein.

(Gänge von Gabbropegmatit, „dynamometamorphem" Gabbropegmatit, Carcaro, Nephrit, Faserserpentin und Quarzdiorit mit ausgelaugtem Quarz.)

Von **J. Fromme** in Egeln.

Mit 2 Textfiguren.

(Fortsetzung.)

3. Der Carcaro (1914 a, p. 459).

Der von Uhlig entdeckte Carcarogang liegt bei L 64, also an der Zone der „dynamometamorphen" Gabbropegmatitgänge. Uhlig hat eine genaue petrographische Beschreibung mit Analyse geliefert, so daß ich hier nur noch einmal die Gemengteile des Gesteins aufführen will. Es sind im wesentlichen Carcaro und Chlorit (Klinochlor und Pennin), wozu noch z. T. nephritartiger Strahlstein, braune Hornblende, Biotit, brauner Spinell, Apatit und nicht sicher bestimmbare Mineralkörnchen von starker Lichtbrechung hinzukommen, endlich auch noch geringe Reste von schwarzem Erz, das unter Leukoxenbildung zersetzt wird. Biotit und Spinell habe ich in meinen Stücken recht häufig gefunden, letzteren oft mit chromgrünem Zersetzungsrande, in chloritarmen Lagen auch millimetergroße sechsseitige Durchschnitte von schwarzem Erz.

Von größter Bedeutung für die Entstehung des Carcaro ist nun ein bereits unter 2. erwähnter hierher gehöriger Gang, den ich im September 1915 gleich neben dem Uhlig'schen Gange, nämlich bei L 65 entdeckt habe. Er ist noch etwas mächtiger als jener, etwa 40 cm, und fällt ein wenig stärker nach NO ein, so daß beide Gänge in der Tiefe vielleicht zusammenhängen. Nach oben ist der Verlauf unseres Ganges sehr undeutlich, indem er sich in dem schuttigen Harzburgit zu verlieren scheint.

Das Gestein besteht — obgleich es z. T. recht inhomogen ist — auch wieder fast nur aus Carcaro und Chlorit, entbehrt wie Uhlig's Carcaro normaler Eruptivstrukturen und enthält gleichfalls

chloritarme gelbliche und chloritreiche grünliche Lagen; auch ist es vielfach zerklüftet, läßt sich deshalb leicht zerschlagen und zeigt dann chloritische, ölglänzende, harnischartige Absonderungsflächen, die auf starke Pressungen hinweisen. An Akzessorien sind vorhanden Prehnit (!), neugebildeter diopsidischer Pyroxen, Titaneisenerz mit Leukoxenrand und Zirkon. Braune Hornblende fehlt in den Schliffen ganz, nephritartiger Strahlstein ist seltener.

Gelegentlich finden sich strähnige Anhäufungen ausgebleichter Biotitblättchen, zwischen denen faserige Carcarostreifen liegen, die wohl als carcarisierter Biotit zu deuten sind.

Daß wirklich Carcaro vorliegt, sei zunächst durch eine kurze Analyse chloritfreier Anteile bewiesen, in der Al und Fe gemeinsam bestimmt sind (a).

Unter b) steht zum Vergleich die Analyse des Carcaro aus dem großen Nephritgange (1915, p. 434).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O	Sa.	G. b. 15° C
a)	52,72		7,68		0,32	22,01	15.63	2,42	100,78	3,271
b)	53,78	1,23	0,86	4,95	0,38	23,45	14,75	0,90	100,30	3,276

Wie bei b) so wird auch bei a) das meiste Eisen als FeO vorhanden sein, daher ist hier am Endergebnis etwa 0,50 % für Sauerstoff abzuziehen. Bemerkenswert ist der hohe Wassergehalt von a), obwohl das Analysenmaterial keine Verwitterungsspuren zeigt.

Nach dem Aussehen des Gesteins hat man durchaus den Eindruck, als wenn Carcaro aus dem Gange L 64 vorläge. In der Tat ist es auch der bekannte Chloritcarcaro, und bei einem Vergleich von Dünnschliffen mit solchen aus dem Gange L 64 ist kein wesentlicher Unterschied zu erkennen. Auf den Bruchflächen hervortretende smaragdgrüne Tupfen dürfen wohl als chromhaltige Umwandlungsprodukte von Spinell gedeutet werden, wie Uhlig solche in Nephrit schon auf Spinell zurückgeführt hat (1910 a, p. 95). Sehr häufig sind kleine lichtgrüne Chloritdrusen, z. T. mit winzigen Diopsidkriställchen; auch Drusen mit grünlich-durchsichtigen minutiösen Granaten (∞O) finden sich.

Ebenso wie im Gestein des Ganges L 64 vermißt man auch hier eigentlichen Nephrit. Ich komme darauf unter 7. wieder zu sprechen.

Nun findet man in unserem Gange aber noch ganz besonders geartete Partien. Gewisse Stellen in ihm zeigen nämlich — und zwar nicht immer leicht erkennbar — in einem Untergrunde von verändertem hellgrauen Serpentin große siebartig durchlöcherte Bastitkristalloide, die auf eine Beteiligung von Harzburgit hinweisen. Besonders auf Durchschnittsflächen entsprechender Gangstücke sieht man, daß mehrere Zentimeter große Harzburgitbrocken von fingerbreiten und herab bis zu allerfeinsten Carcaroadern vollständig durchtrümert sind, so daß

man zunächst glaubt, echte Kontaktbreccien vor sich zu haben! Das tiefe Schwarzgrün des gewöhnlichen Harzburgites ist bei den Brocken einem hellen Farbenton gewichen, was in überraschender Weise hervortritt, wenn man Harzburgit und eine solche Breccie nebeneinander betrachtet. Bedingt ist nun die Hellfärbung dadurch, daß der Harzburgit von Carcaro mehr oder weniger durchtränkt ist! Sowohl im geglätteten Anschliff (Fig. 2) als auch im Dünnschliff erkennt man eine allmählich fortschreitende Ansiedlung von



Fig. 2. Brecciöser Carcaro.

Carcaro auf Kosten des Harzburgites, bis zuletzt, je nach dem Grade der Umwandlung, fast die ganze Gesteinsmasse aus Carcaro besteht. Dabei ist die äußere Form der Brocken erhalten geblieben, jedoch so, daß ihre Umrisse nicht mehr scharf umschrieben sind, sondern meist nach und nach in Carcaro übergehen. Im Präparat sieht man neben Carcaro, Serpentin oder Chlorit und zerdrücktem Bastit viel neugebildeten Diopsid in großen Durchschnitten, stellenweise auch ziemlich viel Erz (ob Ilmenit?) sowie bisweilen Titanit. Prehnit, braune Hornblende und Zirkon wurden nicht beobachtet, ebensowenig nephritartiger Strahlstein. Gelegentlich treten die schon früher (1915, p. 435) erwähnten quergefaserten Carcaroadern auf, die ich als carcarisierten Chrysotil ansehen möchte.

Der die Brocken in mehr oder minder zusammenhängenden Adern durchziehende Carcaro ist chloritarm und bis auf Spuren

Eisenerz und Magnetkies (?) scheinbar frei von Akzessorien. Im Anschliff deuten allerdings vereinzelte schwarze Körnchen mit grünem Rande oder grüne Punkte auf Chromspinell und damit auf Harzburgit hin. Hie und da erinnern mit Chlorit getupfte Stellen an das poikilitische Gefüge des Harzburgites.

Nach Vorstehendem liegt zweifellos eine Carcarisierung von Harzburgit vor, und die Brocken sind als unfertige Pseudomorphosen von Carcaro nach Harzburgit aufzufassen. Ist nun die Carcarisierung bis zum Überwiegen vorgeschritten, so kann man wohl zutreffend von „brecciösem Carcaro“ sprechen.

Wie sich die Umwandlung vollzogen hat, sei hier näher beschrieben: Von den breiten Adern aus durchzieht der Carcaro in feinen Spaltrissen die Brocken, dringt auch wohl von allen Seiten her gleichmäßig in ihnen bis zum Verschwinden der Harzburgitsubstanz vor. In anderen Fällen erscheinen zuerst entweder die Bastite oder die von denselben umschlossenen Serpentinkörner carcarisiert, im Endstadium schließlich beide. An leichten Farbenunterschieden lassen sie sich meist noch wiedererkennen. Nimmt man nun an, daß in den Adern auch Lösungen von Serpentin carcarisiert wurden, so würde es sich leicht erklären, daß hier ein verhältnismäßig reiner Carcaro entstand. Von solchem ist die Analyse ausgeführt.

Es erhebt sich nun die wichtige Frage: Ist die Carcarisierung durch Zufuhr von Kalk oder durch eine Injektion von Pyroxenitmagma bewirkt worden? Ich möchte mich für erstere Ansicht entscheiden. Wie bei der Strahlstein- und Diopsidbildung aus Chlorit bezw. Serpentin (1915), gewinnt man auch hier den deutlichen Eindruck eines nach Art der Pseudomorphosen allmählich stattgehabten Stoffaustausches. Denn es ist nicht denkbar, daß Carcaro an die Stelle von Harzburgit getreten wäre, ohne daß dieser sich an der Entstehung des Carcaro beteiligt hätte. Auch sprechen dafür die Pseudomorphosen von Carcaro nach Chrysotil und Biotit sowie die vielfach beobachteten Neubildungen von Diopsid. Erwähnt sei endlich noch, daß dieser Carcaro sehr dicht, nicht porös und sehr wasserreich ist, sowie auch, daß Kontaktprodukte nicht nachzuweisen waren.

Die Carcaroadern insonderheit deuten durch ihre zusammenhängende Form darauf hin, daß die Carcarisierung nicht etwa schon den Bronzitperidotit, sondern erst das bereits serpentinisierte Gestein, den Harzburgit, ergriffen hat. Die Carcarisierung muß demnach wohl als eine jüngere Erscheinung als die Serpentinisierung des Peridotites angesehen werden. Wenn man nun weiter annimmt, daß schon der Gabbropegmatit vor der Serpentinisierung injiziert wurde, so würde ein so basisches Gestein wie ein Pyroxenit wohl kaum nach derselben injiziert worden sein (siehe Abschnitt 7).

Es weist also alles darauf hin, daß die Entstehung der Breccien nicht auf Pyroxenitinjektionen, sondern auf eine Zufuhr von Kalk in wässeriger Lösung zurückzuführen ist.

Was endlich die Entstehung des Chlorites in den chloritreichen Anteilen der Breccien (wie auch des Nephrites) anbelangt, so könnte die Tonerde z. T. aus dem Harzburgit stammen, z. T. von den Kalklösungen mitgeführt sein (1915, p. 440).

Brecciöse Nephrite, allerdings von viel feinerem Aufbau, die als nephritisierter Serpentin zu deuten sind, desgleichen ein Lesestückchen Carcaro, das „unzweifelhaft brecciöse Struktur hat", erwähnt KALKOWSKY bereits aus Ligurien (1906a, p. 47 u. 59).

Stellt man nun die Frage nach der Entstehung von UHLIG's Carcarogang L 64, so kann dieselbe wohl nur im Zusammenhang mit der Entstehungsart des Ganges L 65 beantwortet werden. In L 64 sind zwar noch keine Bastitkristalloide gefunden, aber es ist zu bedenken, daß von beiden Gängen bisher nur kleine Aufschlüsse vorhanden sind, und man umgekehrt bastitfreie Partien auch in L 65 findet. Auch war schon hervorgehoben, daß sonst keine nennenswerten petrographischen Unterschiede zwischen beiden Gängen festzustellen seien.

4. Der Nephrit (L 47) und die Nephrit-Asbestgänge.

Der bekannte große Nephritgang setzt bei L 47 auf; zahlreiche schmale, z. T. nur noch aus Asbest bestehende Gänge findet man bei L 18, 21, 30, 60, 70, 95, 98 und 100. Wie die Carcarogänge so zeigen alle hercynisches Streichen und die meisten steiles Einfallen; einige, z. B. die bei L 70 und 95, weichen im Einfallen ab. Eine genetische Zusammengehörigkeit aller dieser, auch der Carcarogänge, kann wohl nicht bezweifelt werden. Der von mir seinerzeit genauer untersuchte Nephrit-Asbestgang setzt bei L 100 auf; er ist es, dessen Entstehung aus Harzburgit von mir nachgewiesen wurde (1915, p. 439).

Der Carcaro und der Nephrit L 47 enthalten Akzessorien, die auf Eruptivgangmaterial hindeuten, während die Nephrit-Asbestgänge frei davon zu sein scheinen. Sicherlich ist der Unterschied auf genetische Ursachen zurückzuführen, auf die später noch hingewiesen werden wird.

5. Gänge von Faserserpentin.

Ein solcher Gang von durchschnittlich 3 cm Mächtigkeit und über 3 m Länge steht bei L 81 an. Er besteht aus zahlreichen, zur Gangrichtung parallel verlaufenden, 2—3 mm dicken, quer gefaserten Platten. Sie fallen leicht auseinander, zeigen die Wirkung starker Pressungen und deuten wie die Nephrit- und Carcarogänge durch Friktionsstreifen an den Salbändern auf Bewegungen des

Nebengesteins hin. Auf den Absonderungsflächen kommen zuweilen Spuren von Malachit vor. Farbe sattgrün; H. = 3 ... 4; G. = 2,73 bei 15° C. Durch Salzsäure völlig zersetzbar. Eine Analyse hatte folgendes Ergebnis:

		Mol.-Verh.	
SiO_2	40,99	0,679	
Al_2O_3	1,95		
$Cr_2O_3 < 0,01$			
Fe_2O_3	1,44	als FeO = 0,181	0,972
FeO	11,73		
NiO	0,00		
MnO	0,08	0,001	
CuO	0,013		
CaO	0,00		
MgO	31,88	0,790	
H_2O	11,75	0,653	
H_2O bei 105°	0.08		
Sa.	99,91		

Da der Serpentin bereits Spuren von Oxydation zeigt, so ist wohl mit Recht alles Eisen als FeO anzunehmen. Es verhalten sich dann $H_2O : RO : SiO_2$ nahezu wie 2 : 3 : 2, der Serpentinformel entsprechend. Der Gehalt an Tonerde, die übrigens, um jedem Zweifel an ihrem Vorhandensein zu begegnen, nicht durch Differenz bestimmt, sondern vom Eisen wirklich getrennt wurde, deutet auf etwas Chloritsubstanz, womit wahrscheinlich auch der geringe Überschuß an SiO_2 zusammenhängt. Der Faserserpentin ist sicherlich ein Auslaugungsprodukt vom Harzburgit. Darauf weist hin der Gehalt an Tonerde, Chrom und Kupfer, sowie die Abwesenheit von Kalk. Streng hatte in einem Serpentin (Harzburgit) vom Ostabhange des Radauberges 2,89 % Al_2O_3, 0,87 % Cr_2O_3, 1,37 % Chromeisenerz und nur 0,18 % CaO nachgewiesen (1862 a, 541 u. 542).

Mit der Entstehung des Nephrites und des Carcaro hat dieser Faserserpentin unmittelbar nichts zu tun; seine Entstehung aus Harzburgit bildet aber immerhin eine Stütze für die Ansicht, daß der Chlorit im Nephrit und Carcaro aus dem Harzburgit stammt.

6. Der Quarzdiorit.

Besonders bei L 75 und L 93 stehen Gänge von weißem Quarzdiorit an, die eine chemisch-mineralogische Merkwürdigkeit darstellen, weil aus ihnen — Quarz ausgelaugt ist!

Geologisch bieten diese Gänge nichts sonderlich Bemerkenswertes. Ich erinnere nur an den bekannten, von Lossen entdeckten, am vorderen Schmalenberge in Culmgrauwacke aufsetzenden Gang von Quarzbiotitaugitdiorit (1882 u. 1906 c) und daran, daß Diorite

neben Gabbro im Brockengebiet häufig auftreten (1905 u. 1906c; hier auch die Literatur von Lossen).

Ich möchte unseren Quarzdiorit mit dem Gabbropegmatit in Parallele stellen: Beide durchsetzen als leukokrate Gangspaltungsgesteine den basischeren Harzburgit. Es entspricht das den bei der kartographischen Aufnahme des Blattes Harzburg von Erdmannsdörffer festgestellten Altersverhältnissen der in Betracht kommenden Gesteine (1905, p. 390 u. 392).

Zwischen L 90 und 95 fand ich zunächst einen 3—4 cm breiten, im Harzburgit sich auskeilenden Gang von Quarzdiorit, der im wesentlichen aus einem lockeren Feldspatskelett bestand und beim Herausbrechen in ein Haufwerk von Körnern zerfiel; diese waren löcherig, und in den Löchern zeigten sich vielfach Reste einer gelblichen, z. T. rissigen, dem Gymnit nicht unähnlichen Masse. Einschaltend bemerke ich hier, daß ich 1916 wiederum einen solchen Gang, und zwar zwischen L 75 und 80 gefunden habe. Beide Gänge waren der Form nach noch erhalten, durch Herauslösung des Quarzes aber so morsch geworden, daß an ein Herausbrechen zusammenhängenden Gesteins nicht zu denken war. Ich habe nunmehr die Überzeugung gewonnen, daß viele solcher Gänge im Harzburgit in dieser seltsamen Weise zerfallen sind.

Bei L 75 traf ich sodann auf einen bis 15 cm breiten Gang des noch gut erhaltenen Quarzdiorites. Derselbe ist im Innern z. T. noch vollkommen frisch; er besteht aus einem mittel- bis feinkörnigen Gemenge von weißem Plagioklas, dessen Zwillingsstreifung oft schon mit bloßem Auge erkennbar ist, Quarz und meist vereinzelten, bis 8 mm langen hellbraunen Hornblendekristallen. Diese sind zuweilen in Asbest aufgefasert. Selten zeigen sich Biotitblättchen. An manchen Stellen bildet der Plagioklas derbe Partien von geringerer Schmelzbarkeit als seine Kristalle. Wahrscheinlich liegt dann eine geringe Umwandlung vor. Im Schliff erkennt man noch feinfaserige farblose Hornblende, außerdem als Nebengemengteile schwarzes Erz, hellgelben Titanit, bräunlichgelben Rutil und Epidot in Spuren. Auch seien in Plagioklas Nester von divergentstrahligem Pyroxen unter Vorbehalt erwähnt. Nun findet sich aber noch diopsidischer Pyroxen als Kern in kompakter Hornblende mit Spuren von Epidot. Dann erscheint der Pyroxen nachträglich von sekundärer Hornblende überwuchert. Hiernach dürfte ursprünglich Quarzaugitdiorit vorgelegen haben. Wahrscheinlich ist das Gestein durch ähnliche postvulkanische Vorgänge wie der Gabbropegmatit, wenn auch nicht so tiefgreifend, umgewandelt worden.

Der Gang wird nun von zahlreichen, oft kaum 1 cm nebeneinanderliegenden, sehr schmalen Querspalten durchfurcht, die mit Serpentin oder Chlorit vom Harzburgit her erfüllt sind und sich durch ihre schwärzlichgrüne Färbung, ganz besonders im Anschliff,

von dem weißen Grunde scharf abheben. Oft sind diese Füllungen aber wieder ausgelaugt, und dann konnten lösende Wässer den Gang durchwandern. Bricht man aus ihm Stücke heraus, so folgt der Bruch meist den ausgelaugten Querspalten, und man sieht dann auf den Bruchflächen gewöhnlich den Feldspat heraustreten, während an Stelle des Quarzes Vertiefungen oder Höhlungen vorhanden sind, auf deren Grunde der Quarz eine warzige Oberfläche erhalten hat. Die Höhlungen sind in der Regel mit der schon erwähnten, hier weißen bis gelblichweißen, z. T. pulverigen Masse mehr oder weniger erfüllt. Auch zeigen sich in ihnen oder auf den Spalten schwarze Manganoxyde, welche vom Nebengestein herrühren dürften. Wo Hornblendekristalle verwitterten, tritt auch Asbest auf. An den Rändern des Ganges ist dort, wo keine Risse den Eintritt des Wassers bis in die Gangmitte zuließen, die Herauslösung des Quarzes bis zu 2 cm vorgedrungen.

Die gelblichweiße Masse ist — wie ich vermutete — Magnesiumsilikat, verunreinigt durch Fe, Al und Ca. Kohlensäure habe ich darin nicht gefunden. Zu einer quantitativen Prüfung fehlte das Material.

Wie ist nun die Auflösung des Quarzes zu erklären? Gemeinhin gilt derselbe als „unlösliches" Mineral. Aber er ist es dennoch nicht! Dies geht bereits aus der Pseudomorphosenliteratur hervor, und ich erinnere hier nur an die bekannten Specksteinmetamorphosen nach Quarz. Es fragt sich allerdings: Welches waren in jedem Falle die lösenden Agentien? Bischof sagt bei Besprechung des Umstandes, daß Blum jene Pseudomorphosen zu den Umwandlungspseudomorphosen durch Austausch von Bestandteilen zählt: „Das ist aber nicht denkbar, da die Kieselsäure die Magnesiasalze nicht, mithin auch nicht die kohlensaure Magnesia des Bitterspats auf nassem Wege zersetzen kann" (1854). Man kann Bischof's Ansicht auch heute noch zustimmen, sofern nur gewöhnliche Temperaturen in Frage kommen. Anders dürften solche Vorgänge jedoch bei erhöhter Temperatur verlaufen. Delesse fand z. B. bei der Einwirkung von heißem Wasser, dessen Temperatur 160° nicht überschritt, auf Quarz einen geringen Gewichtsverlust (1862 b). Lunge und Milberg haben nachgewiesen, daß feinstes Quarzpulver durch Alkalilösungen bei Siedetemperatur stark angegriffen, ja sogar vollständig gelöst wird und in Alkalikarbonatlösung beträchtliche Verluste erleidet (1897). Specia stellte die Löslichkeit des Quarzes in Wasser, das auf 300° erhitzt war, sowie in verdünnten Lösungen von Natriumsilikat schon bei 150° fest (1898 u. 1900). Erwähnt seien hier auch die Untersuchungen Glasenapp's, welche bei der Kalksandsteindarstellung die teilweise Umwandlung von Quarzsand in lösliche Kieselsäure durch Kalkbrei unter 5—10 Atm. Überdruck bewiesen. Aus diesen Untersuchungen wurde gleichzeitig geschlossen, daß Calciumaluminium-

hydrosilikate, bezw. entsprechende eisenhaltige Verbindungen entstanden waren (1900). Rinne verfolgte Glasenapp's Feststellungen auf mikroskopischem Wege. Er fand die Quarzkörner zackig zerfressen, außerdem neugebildeten Kalkspat, vor allem aber zeolithartige Körper, die durch Salzsäure, auch von Essigsäure leicht angegriffen wurden unter Hinterlassung eines isotropen Rückstandes von Kieselsäure in der Form des Bindemittels (1904).

Alle diese Versuche zeigen, daß der Quarz als ein, abgesehen von Flußsäure, namentlich in alkalischen Flüssigkeiten, ja sogar in Wasser lösliches Mineral zu betrachten ist, sobald die Lösungsmittel bei höherer Temperatur einwirken.

Wenn wir uns nun — zurückkehrend zu unserem Dioritquarz — nach Lösungsmitteln für ihn umsehen, so kommen in seiner Umgebung, im Harzburgit, Flußsäure, Quellsäure, Ammoniak oder Alkalien, auch reines Wasser kaum in Betracht, dagegen aller Wahrscheinlichkeit nach einzig und allein Magnesialösungen. Vielleicht waren es unter Druck stehende Magnesiumbikarbonatlösungen von erhöhter Temperatur, welche den Quarz in Magnesiumsilikat verwandelten und z. T. fortführten. Hierbei widerstanden Plagioklas und Hornblende, weil die Magnesia doch nicht basisch genug war, um diese Minerale zum Zerfall zu bringen (vgl. Ende des nächsten Kapitels).

Daß ein wesentlich aus Quarz und Feldspat bestehendes Gestein entgegen dem gewöhnlichen Verwitterungsvorgange, bei dem die Feldspäte kaolinisiert zu werden pflegen, und der Quarz erhalten bleibt, durch Schwinden des Quarzes zersetzt wird, ist meines Wissens nur von der Insel Skarpö bei Vaxholm in den Schären von Stockholm bekannt geworden, wo aus einem sehr grobkörnigen Pegmatit auf bisher unerklärte Weise der Quarz herausgelöst und dann in nicht zu großer Entfernung von der Ursprungsstelle in porösen Kristallmassen wieder abgesetzt wurde. Nur wenig ist in den Höhlungen selbst wieder zur Ausscheidung gelangt (1897 b; 1906 b; 1910 b u. c).

Die Lösungsvorgänge von Skarpö und von Harzburg dürften durch verschiedenartige Kräfte bewirkt worden sein, wenn auch das Endergebnis am Gestein — Zurückbleiben des Feldspats — dasselbe ist.

Der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. Andrée verdanke ich Vergleichsmaterial von Skarpö sowie Mitteilungen darüber, ferner einige Literaturnachweise. Ich möchte ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen. Ebenso danke ich Herrn Geheimrat Rinne für einen Hinweis auf vorerwähnte Versuche betreffend die Löslichkeit des Quarzes.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

W. Maucher: Die Bildungsreihe der Mineralien als Unterlage für die Einteilung der Erzlagerstätten. (Abdruck aus dem Leitfaden für den Geologieunterricht an Bergschulen.) Freiberg i. S. Craz & Gerlach (Joh. Stettner). 1914. 8°. 55 p. Mit 1 Taf. u. 2 Textabbild.

Der Inhalt dieser bemerkenswerten Schrift gründet sich auf die reichen Erfahrungen, die sich Verf. als langjähriger Leiter der Freiberger Mineralienhandlung und jetziger Inhaber der süddeutschen Mineralienzentrale in München erworben hat; er lehrt, welche Bedeutung die paragenetischen Verhältnisse haben und läßt ahnen, wieviel für die Wissenschaft gewonnen werden könnte, wenn diese einmal mit umfassendstem Material nach allen Richtungen verfolgt würden. Hier bietet sich für einen jüngeren Fachgenossen eine erstrebenswerte Lebensaufgabe.

Bei dem geringen Umfang wird Tatsächliches kurz und übersichtlich zusammengestellt und Folgerungen daraus in wenigen Sätzen mitgeteilt; sie stehen z. T. mit unseren bisherigen Anschauungen in schroffem Widerspruch und späteren Untersuchungen bleibt es vorbehalten, Klarheit zu schaffen. So wird für die großen alpinen Bergkristalle, die nahe der Aufwachsungsfläche reichlich von Gasblasen durchsetzt sind, angenommen, daß sie sich aus unterkühlter Lösung plötzlich, innerhalb weniger Sekunden ausgeschieden haben. Da die andern Mineralien dieses Bildungsabschnitts, wie Adular, mit dem Quarz gleichalterig sind, so muß für diese eine gleich kurze Bildungsdauer angenommen werden. Es sind daher verhältnismäßig sehr geringe Mengen Lösungsmittel nötig, um große Mineralmengen zu lösen; aus hochkonzentrierten Lösungen haben sich diese Drusenmineralien gebildet, ebenso Topas, Beryll, Turmalin u. a. Sie werden als die Mineralien der ersten Kristallisationsphase zusammengefaßt. Für Kristalle mit schaligem Bau wird angenommen, daß die Ausscheidung aus verdünnten Lösungen langsam erfolgte. Die Kristallausbildung eines Minerals ist ein untrügliches Kennzeichen für den Abschnitt (die Phase), in der es ausgeschieden wurde.

Mineralien von gleicher Ausscheidungstemperatur reichern sich auf verhältnismäßig engbegrenztem Raume an und bilden Mineral- bezw. Erzlagerstätten. Mineralien von gleicher Bildungstemperatur werden gemeinsam ausgeschieden: Quarz und Adular, Flußspat und Schwerspat, Bleiglanz und Zinkblende. Die Bildungsdauer einer Lagerstätte währte so lange, bis sich die Temperatur des Nebengesteins von der Ausscheidungstemperatur des ältesten bis zu der des jüngsten Minerals abgekühlt hatte. Da der Vor-

gang der Erkaltung einer Eruptivmasse ein stetiger ist, müssen auch die Mineralien eines Bildungsgebietes eine gesetzmäßige Ausscheidungsfolge wahrnehmen lassen; diese läßt sich aus der Art der Verwachsung der einzelnen Kristalle leicht erkennen. Hierzu eignen sich besonders solche Mineralien, welche in den einzelnen Bildungsabschnitten in leicht unterscheidbaren Typen als Leit- oder Kennmineralien auftreten. Als solche Leitmineralien werden genannt: Orthoklas mit 3, Magnetit mit 2, Arsenkies mit 3, Eisenspat, Manganspat und Dolomit mit je 3, Kalkspat mit 5, Quarz und Schwerspat mit je 6 verschiedenen Ausbildungsformen; auf der Tafel werden diese abgebildet.

Nach der Bildungsfolge werden drei Hauptabschnitte unterschieden: Magmatische Bildungen, die sich im wesentlichen bei Temperaturen über 800° C abspielen; pneumatolytische Bildungen aus gasförmigem Lösungsmittel, die nach dem Erstarren des Magmas und im allgemeinen vor der Abkühlung auf die bei 365° C liegende kritische Temperatur des Wassers erfolgen; hydatogene Bildungen, Ausscheidungen aus wäßrigen Lösungen von 365° an abwärts.

Zu den magmatischen Bildungen werden außer den Mineralien der Eruptivgesteine gerechnet: Platin und Gold, Chrom-, Titan-, Magneteisenerz, Magnetkies, Zinkblende, Kupferkies, Kupferglanz, Schwefelkies, Bleiglanz und andere Sulfide.

Zu den pneumatolytischen Bildungen: a) die Mineralien der Pegmatite, bei Überschuß an Kieselsäure und Alkalien gebildet. b) Mineralien der Kontaktlagerstätten. c) Mineralien der Zinnerzformation.

Zu den hydatogenen Bildungen gehört eine Phase der Kolloide oder der Fasermineralien; sie umfassen überhaupt den wichtigsten Abschnitt der Lagerstättenbildung.

Hieran schließt sich in der gleichen Reihenfolge eine kurze Beschreibung der wichtigsten Erzformationen.

Unter den Bildungsbedingungen sind gewiß auch noch andere zu berücksichtigen, wie Druck, Lösungsgenossen; es ist ausgeschlossen, daß sie in einer so kurzen Schrift erschöpfend behandelt werden; sie enthält aber in mancher Hinsicht viel Beachtenswertes, darum sei hier auf sie besonders hingewiesen. **R. Brauns.**

Personalia.

Habilitiert: Landesgeolog Dr. **M. Schuster** für Mineralogie und Geologie an der chemischen Abteilung der Technischen Hochschule in München.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die kristallographischen Eigenschaften einiger Brenzkatechinschwermetallsäuren und -salze.

Von **P. J. Beger** in Tübingen.

Mit 5 Textfiguren und 1 Tabellenbeilage.

Es handelt sich im folgenden um neue Verbindungen, die von Prof. WEINLAND im Chemischen Institut der Universität Tübingen hergestellt worden sind. Ich möchte nicht verfehlen, Herrn Prof. WEINLAND auch an dieser Stelle zu danken für seine liebenswürdigen Bemühungen um Beschaffung des Materials in der Form, wie es für meine Zwecke am geeignetsten war.

I. Die Tribrenzkatechinarsensäure [1].

$[O : As(O . C_6H_4 . O)_3]H_3 + 4H_2O$ (WEINLAND).

Kristallisiert aus heißer wässeriger Lösung der Komponenten [1].

Schmelzpunkt etwa bei 103°. Sinterung beginnt aber schon bei 60° [1].

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0{,}958 : 1 : 0{,}988.$$

Farblose, glasglänzende Kriställchen von im Mittel 1 mm Durchmesser; dicktafelig nach {100} oder nahezu isometrisch. Im Licht sich bläulich schwärzend, an Luft außerordentlich leicht verwitternd, so daß im Sommer oder im geheizten Zimmer Messungen wegen der rasch Platz greifenden Trübung sehr erschwert werden.

Beobachtete Formen: {100} {010} {001} {110} {111}. Davon die ersten drei stets vorhanden und breit; {110} selten fehlend, schmal; {111} nur ausnahmsweise auftretend und dann als winzige, kaum meßbare Fläche (Fig. 1). Eine während des Sommers erhaltene Kristallisation bestand aus ½ cm großen, dicktafeligen, scheinbar tetragonalen oder kubischen Kristallen, deren einzige Begrenzungselemente die drei Pinakoide waren. Nur ein Exemplar, und auch dieses nur in einem Quadranten, ließ {110} erkennen.

[1] WEINLAND und HEINZLER, Berichte d. d. chem. Ges. 52. p. 1316. 1919.

Gemessen:

a : b	= (100) : (010)	= 90°
*a : m	= (100) : (110)	= 43 45′
a : c	= (100) : (001)	= 90
*a : o	= (100) : (111)	= 53 48
b : c	= (010) : (001)	= 90
*b : m	= (010) : (110)	= 46 12
b : o	= (010) : (111)	= 54 37
*o : m	= (111) : (110)	= 35 3
o : c	= (111) : (001)	= 55 4

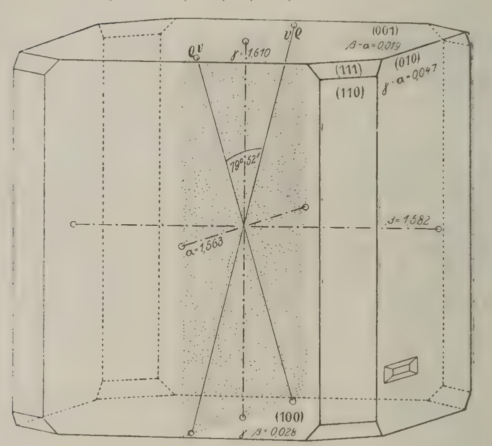


Fig. 1. Tribrenzkatechinarsensäure.

Spaltbarkeit vollkommen nach den drei Pinakoiden, ganz besonders nach {100}.

Ätzfiguren auf {010} sargdeckelförmig, disymmetrisch (vgl. Fig. 1 auf (010) unten).

Verteilung der optischen Vektoren:

$$\left.\begin{array}{l} c = \mathfrak{c} \\ b = \mathfrak{b} \\ a = \mathfrak{a} \end{array}\right\}$$ Alle Richtungen farblos und ohne wahrnehmbare Absorptionsunterschiede.

Brechungsexponenten für Natriumlicht:

$$\gamma = 1{,}610 \quad \beta = 1{,}582 \quad \alpha = 1{,}563 \qquad \gamma - \beta = 0{,}028 \quad \beta - \alpha = 0{,}019 \qquad \gamma - \alpha = 0{,}047.$$

Achsenebene // (010).

I. positive Bisektrix = $\mathfrak{c}$.

Achsenwinkel, im Natriumlicht gemessen und berechnet nach der Formel $\sin V = \frac{n}{\beta} \sin H$

$$2V = 79^\circ 52'.$$

Aus den Brechungsquotienten berechnet nach der Formel

$$\cos V = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_1}; \quad \text{wo} \quad \cos \varphi = \frac{\beta}{\gamma}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{\alpha}{\gamma}.$$

$$2V = 80^0 16'.$$

Dispersion stark $\varrho > v$.

II. Das Chromsalz der Tribrenzkatechinarsensäure.

$[O : As(O . C_6H_4 . O)_3]_3 \genfrac{}{}{0pt}{}{Cr}{H_6} + 12 H_2O$ (Weinland).

Kubisch.

Wohl infolge Zersetzung oberflächlich matte, grauschwarze Kristalle. Auf frischen Bruchflächen glasglänzend und grünlichschwarz.

Beobachtete Formen Würfel und Oktaeder, und zwar lassen die kleinen Individuen bis zu etwa 800 μ Kantenlänge das Oktaeder auch bei stärkerer Vergrößerung kaum erkennen; mit zunehmender Größe der Kristalle gewinnt es an Ausdehnung; bei den größten Exemplaren von etwa 2 mm Kantenlänge ist es mit dem Würfel im Gleichgewichte. Zwillinge nach (111) häufig.

Spaltbarkeit nach $\{100\}$ undeutlich.

Das Absorptionsvermögen ist beträchtlich. Dünne Splitter erscheinen im durchfallenden Lichte blaugrün durchsichtig, im auffallenden Lichte eisengrau bis schwarz, metallartig.

Der Brechungsquotient für weißes Licht und 20^0 ist sehr wenig höher als der des Zimtöls, also n = ca. 1,61.

III. Das Kobaltsalz der Tribrenzkatechinarsensäure [1].

$[O : As(O . C_6H_4 . O)_3]_2 \genfrac{}{}{0pt}{}{Co}{H_4} + 8 H_2O$ (Weinland).

Dargestellt aus 4,9 g Brenzkatechinarsensäure, in 15—20 cm^3 kaltem Wasser gelöst, und etwa 5 cm^3 konzentrierter Lösung eines Kobaltsalzes (Chlorid, Nitrat).

Kubisch, dyakisdodekaedrisch.

Die Kristalle bilden ein feines Pulver von stumpf rötlichvioletter Farbe, die am ehesten mit der eines hellen Flieders zu vergleichen wäre. Trotz der Kleinheit formenreiche Kombination von Würfel, Oktaeder, Rhombendodekaeder, Pentagondodekaeder. Würfel und Oktaeder verhalten sich entsprechend wie beim Chromsalz, doch ist der Unterschied der Wachstumsgeschwindigkeiten beider Formen hier noch etwas größer, wie daraus hervorgeht, daß bei kleinen Kristallen von etwa 80 μ Kantenlänge der Würfel bei weitem überwiegt, bei großen von

[1] Weinland u. Heinzler, Ber. d. d. chem. Ges. 52. p. 1328/29. 1919.

ungefähr 180 μ hingegen stark zurücktritt. Das Rhombendodekaeder ist nur an größeren Individuen mit Sicherheit zu erkennen. Bei kleineren reduziert es sich auch bei Betrachtung mit starken Vergrößerungen auf eine dunkle Linie. Entsprechendes gilt in noch größerem Maße vom Pentagondodekaeder.

Spaltbarkeit nach dem Würfel ist in Analogie zu dem sogleich zu beschreibenden Nickelsalz zu erwarten, konnte jedoch nicht beobachtet werden.

Im durchfallenden Lichte sind die Kriställchen fast farblos bis schwach pfirsichblütfarben getönt.

Die Lichtbrechung für Tageslicht und 20° kommt der des Zimtöles nahe (1,602) und ist bedeutend größer als die von Anisöl (1,560), schätzungsweise n ∼ 1,595.

IV. Das Nickelsalz der Tribrenzkatechinarsensäure[1].

$$[O : As(O . C_6H_4 . O)_3]_2 {Ni \atop H_4} + 8 H_2O \quad (\text{Weinland}).$$

Darstellung wie beim Kobaltsalz.

Kubisch.

Der chemischen Konstitution zufolge sollte das Nickelsalz isomorph sein mit dem Kobaltsalze, also der dyakisdodekaedrischen Klasse angehören. Doch konnten zwar Würfel, Oktaeder und Rhombendodekaeder beobachtet werden, nicht aber mit Sicherheit das Pentagondodekaeder, wenn es auch in einzelnen Fällen scheinen wollte, als würde das Rhombendodekaeder von einer flacher liegenden Fläche abgestumpft. Vielleicht hängt dieses Fehlen damit zusammen, daß hier der Würfel die kleinste Wachstumsgeschwindigkeit hat, so daß die anderen Formen stark zurücktreten. Zwar erscheint das Oktaeder schon bei Kristallen von 30 μ Kantenlänge, doch finden sich anderseits noch welche von 70 μ ohne Oktaeder, und auch bei den im vorliegenden Präparat größten Exemplaren von 120 μ ist das Oktaeder schwächer ausgebildet als der Würfel.

Vollkommene Spaltbarkeit nach dem Würfel wurde an mehreren größeren Kriställchen wahrgenommen.

Die Absorption ist wie beim Kobaltsalze gering, Farbe im durchfallenden Licht ein schwacher, apfelgrüner Ton, im auffallenden Lichte türkisblau.

Lichtbrechung im Tageslicht und bei 20° gleich der des Zimtöles, demnach n = 1,602.

Auffallenderweise fügt sich das Chromsalz trotz wesentlich anderer chemischer Zusammensetzung mit den beiden zuletzt beschriebenen zu einer Reihe zusammen, derart, daß in der Folge Cr-, Ni-, Co-Salz mit abnehmendem Brechungsexponenten die Ausdehnung des Oktaeders zunimmt.

---

[1] Weinland u. Heinzler, Ber. d. d. chem. Ges. **52**. p. 1328/29. 1919.

V. Das Natriumsalz der Dibrenzkatechinnickelsäure.

$[Ni(O.C_6H_4.O)_2]Na_2 + 12H_2O$ (Weinland).

Die vorliegende Probe besteht aus grünlichschwarzen, matt glasglänzenden Kriställchen von durchschnittlich 1 mm Durchmesser, die sich bei der Betrachtung mit bloßem Auge als

monoklin prismatisch

erkennen lassen mit dem Prisma III. Art und der Basis als einzigen Formen. (Auch eine später erhaltene Kristallisation wies keinen größeren Reichtum auf.) Die Ausbildung ist tafelig nach (001), selten mehr isometrisch (Fig. 2).

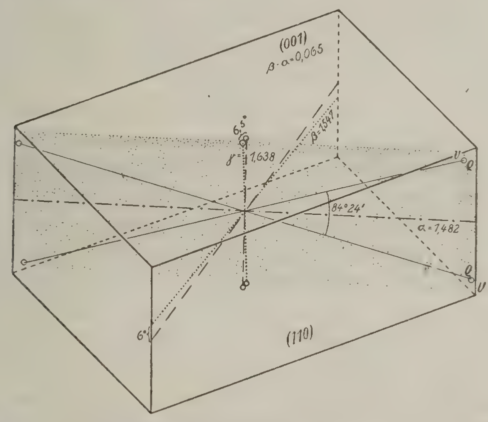


Fig. 2. Natriumsalz der Dibrenzkatechinnickelsäure.

Infolge Verrundung der Flächen von {110} war eine Messung vermittels des Reflexionsgoniometers unmöglich. Doch ließ sich das Achsenverhältnis a : b mit Hilfe des Mikroskopes hinlänglich genau festlegen (b : c bleibt in Ermangelung einer c schneidenden Fläche offen). Ein sehr deutlicher Zonenbau kam dabei zu Hilfe. Im Kerne nämlich tragen dünne Spaltblättchen nach (001) nur eben einen grünlichen Hauch. Nach außen nimmt die Tiefe der Färbung kontinuierlich zu, bis längs einer scharf absetzenden, vollkommen geraden Linie eine neue Zone beginnt. Es wurden an einzelnen Kristallen bis fünf Schalen mit derselben Farbverteilung beobachtet [1]. Die Grenzen dieser isomorphen Schichten eigneten

[1] Die Deutung der chemischen Inhomogenität, die diesem Zonenbau zugrunde liegt, bietet Schwierigkeiten. Doch glaube ich, nicht verfehlen zu dürfen, darauf hinzuweisen, daß sich bei Darstellung der Kalium- und Ammoniumsalze der Tribrenzkatechinarsensäure in Gegenwart von wesentlich mehr Brenzkatechin, als auf ein Molekül Arsensäure berechnet ist, Salze ausscheiden, die mehr als drei Moleküle Brenzkatechin enthalten. Allerdings scheint sich der Überschuß in der äußeren Sphäre anzulagern.

sich im Gegensatz zu den durchweg etwas gerundeten Umrissen der rhombenförmigen Basisspaltblättchen vorzüglich zur Winkelmessung. Es ergab sich

$$(110):(\bar{1}10) = 100^\circ$$
$$(110):(1\bar{1}0) = 80^\circ$$

Daraus folgt

$$a:b = 1{,}19:1.$$

Nicht mit derselben Schärfe ließ sich — ebenfalls unter dem Mikroskope — der stumpfe Winkel β bestimmen, teils wegen der Schwierigkeit, die Basis senkrecht, bezw. die Symmetrieebene horizontal zu stellen, teils wegen der Verrundung des Prismas. Immerhin schwanken die Ergebnisse der Messung an 30 Kristallen nur zwischen $101\frac{1}{3}^0$ und 104^0. In der großen Mehrheit halten sie sich um 102^0 bis 103^0, so daß der Mittelwert

$$\beta = 102{,}5^\circ$$

als brauchbar bezeichnet werden kann.

An Spaltbarkeiten ist nach $\{001\}$ eine höchst vollkommene vorhanden, entsprechend der des Glimmers, nur mit dem Unterschiede, daß die Spaltblättchen nicht elastisch sind. Infolge der Leichtigkeit, mit der die Trennung nach $\{001\}$ geschieht, erhält man bei mechanischer Beanspruchung der Kriställchen nur Spaltblättchen nach dieser Fläche, obwohl sich unter dem Mikroskope auf (001) noch zwei weitere Spaltbarkeiten gewahren lassen, nämlich eine vollkommene // b und eine gute // a. Nach der Verschiebung der Spaltrisse beim Heben bezw. Senken des Tubus zu urteilen, dürfte die erste nach $\{100\}$ gehen, die andere nach $\{010\}$. Bemerkenswert ist hierbei, daß sich die Güte aller drei Spaltbarkeiten, ganz besonders der nach $\{001\}$, bei fortschreitender Verwitterung erhöht. Wie bei der Tribrenzkatechinarsensäure geht diese sehr rasch von statten, wobei die Kriställchen nach der Basis aufblättern und im Verlaufe weniger Stunden zerfallen, während sich bei den beiden andern Spaltbarkeiten, zumal der // a, nur Zahl und Länge der Risse erhöhen. Gleichzeitig tritt unter Verlust des Glanzes eine Schwärzung bis zum Opakwerden ein [1].

Die optische Untersuchung konnte infolge der Verhältnisse der Spaltbarkeit nur an Basisschnitten geschehen. Für die Erkennung der optischen Orientierung war daher in erster Linie die Ermittelung der Lage der optischen Achsenebene erforderlich. Sie ver-

---

Vgl. Weinland und Heinzler, Berichte d. d. chem. Ges. **52**. Heft 7. p. 1318 [1919]; auch Weinland und Denzel, **47**. 2244 [1914]; Weinland und Bärlocher, **52**. 147 [1919].

[1] Das Aufblättern nach $\{001\}$ im Zusammenhang mit dem Austritt von H_2O deutet darauf hin, daß die Bindung $\perp$ zur Basis vornehmlich durch H_2O bewirkt wird, während in der Ebene der Basis die hauptsächlichsten übrigen Valenzen liegen.

läuft / b. Eine sichere Entscheidung, ob die austretende Bisektrix I. oder II. Mittellinie sei, gestattet das mikroskopische Bild nicht. Wohl aber läßt sich bei Anwendung von monochromatischem Licht eine kleine Schiefe der Mittellinie zur Plattennormalen erkennen. Die Messung der Neigung konnte nur eine ungefähre sein, da sie mit Hilfe des Zeichenspiegels ausgeführt werden mußte. Sie geschah derart, daß in der 45°-Stellung der sehr scharf erkennbare Mittelpunkt des Interferenzbildes auf dem Zeichenblatte vermerkt wurde, und ebenso nach Drehung des Objektes um 180°. Die Entfernung beider Punkte entspricht dem doppelten scheinbaren Winkel zwischen Plattennormale und Mittellinie bezw. Achsenebene. Das Mittel aus einer Reihe von Messungen ergab für den einfachen Winkel eine Schiefe von ungefähr 9°, und zwar in demselben Sinne, in dem c zur Basis geneigt ist. Zur Umrechnung dieses scheinbaren Winkels auf den wahren wurde die Formel für den Achsenwinkel verwendet unter Berücksichtigung des Umstandes, daß hier das Snellius'sche Gesetz keine strenge Gültigkeit hat. Da nämlich, wie weiter unten angegeben werden wird, die austretende Bisektrix II. Mittellinie und b Richtung der größten optischen Elastizität ist, wurde in der Formel statt β das Mittel $\frac{\alpha+\beta}{2}$ eingesetzt. Der wahre Winkel ϱ berechnet sich demnach aus dem in Luft gemessenen scheinbaren ϱ_1 nach der Formel

$$\sin\varrho = \frac{1}{\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)} \sin\varrho_1$$

zu 6°. Da nun der stumpfe Winkel $\beta = 102{,}5^0$ ist, beträgt der Winkel zwischen c und der Normalen auf der Basis 12,5°; c : $\mathfrak{c}$ demnach $12{,}5^0 - 6^0 = 6{,}5^0$.

Die Verteilung der optischen Vektoren ist also

c : $\mathfrak{c}$ = 6,5° im stumpfen Winkel β.
b = $\mathfrak{a}$
(a : $\mathfrak{b}$ = 6° im stumpfen Winkel β).

Pleochroismus ist kaum wahrnehmbar. Immerhin erscheint $\mathfrak{b}$ etwas dunkler grün als $\mathfrak{a}$, das in dünnsten Lamellen fast farblos ist, in dickeren dunkelgrasgrün mit einem Stich ins Bläuliche.

Absorption: $\mathfrak{a} < \mathfrak{b}$.

Die Bestimmung der Brechungsexponenten ist insofern mißlich, als Spaltblättchen nach (001) nur eigentlich α zu messen gestatten, da β nicht in der Ebene der Basis liegt. Es mußte daher der Wert, der der kristallographischen Achse a zukommt, gemessen werden. Die Abweichung gegenüber β ist nach Maßgabe der Indikatrix nur gering, wie sich auch aus den weiter unten folgenden Berechnungen von 2V und γ erkennen läßt. Der Brechungs-

quotient für die Richtung der kristallographischen Achse a soll daher der Kürze halber $= \beta$ gesetzt werden, wobei aber dann immer zu bedenken ist, daß eine kleine Ungenauigkeit darin liegt, die sich aber noch innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler hält.

Im Natriumlicht wurden gemessen:

$$\alpha = 1{,}482$$
$$\beta = 1{,}547.$$

Berechnet nach der Formel:

$$\gamma = \beta \frac{\sin V}{\cos \varrho}; \quad \text{wo } \sin \varrho = \frac{\beta}{\alpha} \cos V,$$

ergibt sich

$$\gamma = 1{,}638.$$

Eine Differenz bei β um 1 in der 3. Stelle bedingt für γ einen Unterschied von ∓ 2 bis 3 in der 3. Stelle; z. B. wenn man

$\beta = 1{,}546$ setzt, erhält man $\gamma = 1{,}636$,
$\beta = 1{,}548$ " " " $\gamma = 1{,}641$.

Die Doppelbrechung erreicht die hohen Werte des Brookits und Aragonits, welch letzterem sie in bezug auf $\gamma - \alpha$ genau entspricht. Es sind

$$\gamma - \alpha = 0{,}156,$$
$$\gamma - \beta = 0{,}091,$$
$$\beta - \alpha = 0{,}065.$$

Der Achsenwinkel auf $\{001\}$ wurde unter Verwendung von Natriumlicht in Monobromnaphthalin gemessen zu $2H = 87^0 24'$. Als Brechungsexponent des Monobromnaphthalins wurde bestimmt: $n = 1{,}6585$. Nach der Formel

$$\sin V = \frac{n}{\beta} \sin H$$

berechnet sich daraus, wie oben $\beta = 1{,}547$ gesetzt,

$$2V = 95^0 36'.$$

Es tritt also auf der Basis die II. Mittellinie aus.

b ist I., negative Bisektrix; der zugehörige Winkel

$$2V_\alpha = 84^0 24'.$$

Da in der obigen Formel der Wert β verwendet wird, folgt aus dem Vorhergehenden, daß dadurch auch 2V ungenau wird. Während aber bei der Berechnung von γ ein verhältnismäßig großer Fehler entsteht, fällt er bei 2V nicht ins Gewicht; denn

$\beta = 1{,}546$ gesetzt, würde $2V = 84^0 20'$ ergeben,
$\beta = 1{,}548$ " " $2V = 84\ 30$ "

Die gekreuzte Dispersion ist gering; doch läßt sich deutlich erkennen

$$v > \varrho.$$

VI. Das Ammoniumsalz der Brenzkatechinmolybdänsäure [1].

$$\left[O_2\,Mo<^{O.C_6H_4.O}_{OH}\right] NH_4 + \tfrac{1}{2} H_2O$$ (WEINLAND).

Darstellung: 4,2 g Ammoniummolybdat in 10 cm^3 warmem Wasser gelöst; dazu 2,2 g Brenzkatechin in 5 cm^3 Wasser. Ausscheidung bei Verdampfen über Schwefelsäure. Umkristallisierbar aus heißem Wasser, heißem Methylalkohol, Äthylalkohol [1].

Rhombisch bipyramidal.

a : b : c = 0,58906 : 1 : 0,91050
(berechnet aus $(111):(1\bar{1}1) = 52^\circ 38'$ und $(111):(\bar{1}11) = 97^\circ 38'$).

a : b = 0,58905 : 1
(berechnet aus $(110):(1\bar{1}0) = 61^\circ$).

Die vorliegenden, tief schwarzrot gefärbten Kristalle entstammen offenbar zwei verschiedenen Kristallisationen: Die eine lieferte schlanke Säulen (Fig. 3) mit den Formen {110} {010} {111} nebst zahlreichen, teils sehr breiten vizinalen Flächen in den Zonen $[110:111]$ und $[1\bar{1}0:1\bar{1}1]$. {010} ist nur schwach ausgebildet, und zwar nimmt meist eine der Pinakoidflächen auf Kosten zweier Prismenflächen breiteren Raum ein, so daß ein pseudotrigonaler Durchschnitt entsteht. Aus der andern Kristallisation stammen Kristalle, deren Habitus mehr oder minder tafelig nach (010) ist, während die Prismen durch treppenförmige Wiederholung von Vizinal- und auch Pyramidenflächen stark verrundet sind, etwa nach Art des Korunds. An einigen Individuen ergab die Messung völliges Fehlen von {110}. Überdies treten bei dieser Kristallisation als weitere Formen hinzu {001}, gewöhnlich am einen Ende bedeutend stärker entwickelt als am andern, sowie schmale, ver-

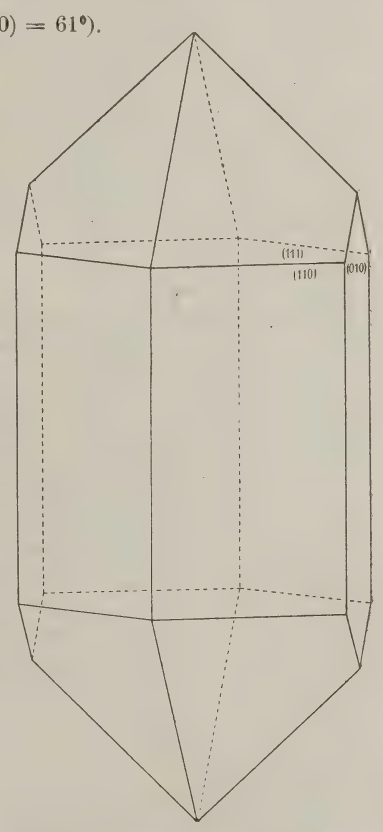


Fig. 3. Ammoniumsalz der Brenzkatechinmolybdänsäure, prismatischer Habitus.

[1] WEINLAND und GAISSER, Zeitschr. anorg. Chemie. **108**. p. 238. 1919. — GAISSER, Über Molybdänsäure-Brenzkatechin-Verbindungen. Tübinger Diss. 1919. p. 15 u. 22.

rundete Flächen in der Zone der Achse a, die nur Schimmermessung gestatteten, der zufolge sie der Hauptsache nach die Lage der Form {011} haben. Nur einige wenige Exemplare ließen durch deutliche Kanten einzelne vizinale Flächen erkennen, denen nach dem Ergebnis der Schimmermessung die Indizes (0.17.20), (0.11.10), (041), (061) zukommen würden (Fig. 4).

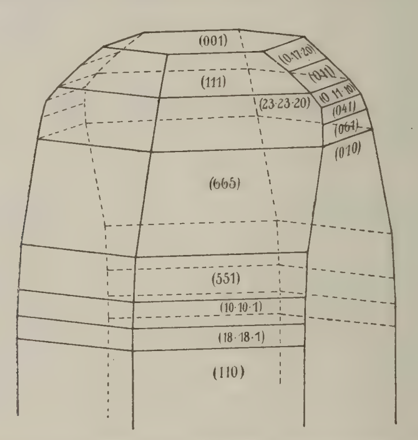


Fig. 4. Ammoniumsalz der Brenzkatechinmolybdänsäure, tafelig nach {010}; Kopf mit einigen Vizinalflächen.

Gemessen wurden:

*m : m	=	(110) : (1̄10)	=	61°
*m : m_1	=	(110) : (̄110)	=	119
b : m	=	(010) : (110)	=	59 30′
b : q_1	=	(010) : (0.17.20)	=	52 30
b : q_2	=	(010) : (0.11.10)	=	45 45
b : q_3	=	(010) : (041)	=	15
c : q	=	(001) : (011)	=	42 10
c : q_4	=	(001) : (061)	=	80 7
c : o	=	(001) : (111)	=	60 50
o : o_2	=	(111) : (1̄1̄1)	=	121 40
*o : o	=	(111) : (11̄1)	=	52 38
*o : o_1	=	(111) : (1̄11)	=	97 38

Der Reichtum an Vizinalflächen in den Zonen [110] und [11̄0] ist ersichtlich aus der folgenden Tabelle der Messungsresultate. Aus der geringen Zahl größerer Kristalle gaben nur zwei derartige Reflexe, daß die Winkelwerte für die Vizinalflächen als hinlänglich sicher erachtet werden dürfen. Leider sind beim Kristall I die unterhalb der Pyramiden gelegenen Flächen des 2. und 3. Quadranten nicht ausgebildet. Überdies sind beide Kristalle abgebrochen, so daß {110} bei der Messung nicht mehr erreicht wurde. Eine

	…one (001)/(1̄11)		Mittel	$\frac{c_1}{c}$ (Verhältnis des Achsenschnittes c_1 der Vizinalfläche zu dem (c) der Einheitsfläche)	Indizes
	…essung	2. Messung			
c	0° 50′	60° 50′	**60° 50′	1,00	(111)
c	0 54	—	60 54	1,003	—
c	3° 37′	63° 37′	63 37	1,125	(28.28.25)
c	—	—	63 39 30″	1,127	—
c	3 42	63 42	*63 42	1,129	—
c	3 46	63 46	63 46	1,133	—
c	3 56	63 56	*63 56	1,141	(57.57.50)
c	—	—	64 00	1,144	—
c	4 07	64 06	**64 06	1,149	(23.23.20)
c	—	—	64 12 30	1,155	
c	—	—	64 19	1,161	(29.29.25)
c	—	—	64 33 30	1,173	—
c	—	—	64 38	1,177	(59.59.50)
c	—	—	64 44	1,183	
c	—	—	64 51	1,189	(665)
c	—	—	64 59	1,196	
c	—	—	65 06	1,202	
c	—	—	83° 05′	4,601	(23.23.5)
c	—	—	83 49 30″	5,159	(551)
c	—	—	86 49	10,04	(10.10.1)
c	—	—	86 56 30	10,45	(52.52.5)
c	—	—	86 59	10,59	(53.53.5)
c	—	—	*87 01	10,71	(54.54.5)
c	—	—	87 03	10,83	
c	—	—	*87 07	11,08	(11.11.1)
c	—	—	87 15	11,62	(58.58.5)
c	—	—	87 20	11,98	(12.12.1)
c	—	—	87 23	12,21	(61.61.5)
c	7° 25′	87° 25′	87 25	12,37	(62.62.5)
c	—	—	87 31	12,87	(64.64.5)
c	7 33	87 33	87 33	13,04	(13.13.1)
c	—	—	87 35 30	13,27	(66.66.5)
c	7 42	87 42	**87 42	13,90	(14.14.1)
c	—	—	87 48	14,53	(73.73.5)
c	—	—	87 54 30	15,28	(76.76.5) = (15.15.1)
c	—	—	*88 01	16,12	(16.16.1)
c	—	—	88 14	18,09	(18.18.1)
c	8 21	88 20	88 20 30	19,28	(96.96.5) = (19.19.1)
c	—	—	88 33	22,05	(22.22.1)
c	—	—	88 38	23,39	(117.117.5) = (23.23.1)

	Kristall I								Kristall II								Mittel	$\frac{c_1}{c}$ (Verhältnis des Achsenschnittes c_1 der Vizinalfläche zu dem (c) der Einheitsfläche)	Indizes
	Zone (001)/(111)		Zone (001)/($\bar{1}$11)		Zone (001)/(1$\bar{1}$1)		Zone (001)/(111)		Zone (001)/(111)		Zone (001)/($\bar{1}\bar{1}$1)		Zone (001)/(1$\bar{1}$1)		Zone (001)/($\bar{1}$11)				
	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung			
c : 0	—	—	60° 50′	60° 50′	60° 49′	60° 49′	60° 50′	60° 50′	60° 50′	60° 50′	60° 50′	60° 51′	60° 50′	60° 50′	60° 50′	60° 50′	** 60° 50′	1,00	**(111)**
c : x_1	60° 55′	60° 55′	—	—	—	—	60 54	60 54	60 54	60 54	—	—	—	—	60 54	—	60 54	1,003	—
c : x_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63° 37′	63° 37′	63 37	1,125	(28.28.25)
c : x_3	—	—	63° 40′	63° 39′	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63 39 30″	1,127	—
c : x_4	—	—	—	—	63° 42′	63° 42′	—	—	—	—	—	—	—	—	63 42	63 42	* 63 42	1,129	—
c : x_5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63 46	63 46	63 46	1,133	—
c : x_6	—	—	—	—	—	—	—	—	63° 57′	63° 56′	—	—	63° 56′	—	63 56	63 56	* 63 56	1,141	(57.57.50)
c : x_7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64° 00′	64° 00′	—	—	—	—	64 00	1,144	—
c : x_8	64° 06′	64° 06′	—	—	—	—	64° 06′	64° 06′	64 07	64 06	64 06	64 07	—	—	64 07	64 06	** 64 06	1,149	(23.23.20)
c : x_9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 13	64 12	—	—	—	—	64 12 30	1,155	
c : x_{10}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 19	64 19	—	—	—	—	64 19	1,161	(29.29.25)
c : x_{11}	64° 34′	64° 33′	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 33 30	1,173	—
c : x_{12}	64 38	64 38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 38	1,177	(59.59.50)
c : x_{13}	64 44	64 44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 44	1,183	
c : x_{14}	64 51	64 51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 51	1,189	
c : x_{15}	64 59	64 59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64 59	1,196	**(665)**
c : x_{16}	65 06	65 06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65 06	1,202	
c : x_{17}	—	—	—	—	83° 06′	83° 04′	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83° 05′	4,601	(23.23.5)
c : x_{18}	—	—	—	—	83 50	83 49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83 49 30″	5,159	**(551)**
c : x_{19}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86° 48′	86° 50′	—	—	—	—	86 49	10,04	**(10.10.1)**
c : x_{20}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86 56	86 57	—	—	—	—	86 56 30	10,45	(52.52.5)
c : x_{21}	—	—	—	—	86° 59′	86° 59′	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86 59	10,59	(53.53.5)
c : x_{22}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 00	87 01	87° 01′	87° 01′	—	—	* 87 01	10,71	(54.54.5)
c : x_{23}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 03	87 03	—	—	87 03	10,83	
c : x_{24}	—	—	—	—	87 07	87 07	—	—	—	—	87 08	87 07	87 08	87 08	—	—	* 87 07	11,08	**(11.11.1)**
c : x_{25}	—	—	87° 16′	87° 16′	—	—	—	—	—	—	—	—	87 14	87 15	—	—	87 15	11,62	(58.58.5)
c : x_{26}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 20	87 20	—	—	87 20	11,98	**(12.12.1)**
c : x_{27}	—	—	87 24	87 22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 23	12,21	(61.61.5)
c : x_{28}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87° 25′	87° 25′	87 25	12,37	(62.62.5)
c : x_{29}	—	—	87 31	87 31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 31	12,87	(64.64.5)
c : x_{30}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 33	87 33	87 33	13,04	**(13.13.1)**
c : x_{31}	87° 34′	87° 37′	—	—	—	—	—	—	87° 35′	87° 36′	—	—	—	—	—	—	87 35 30	13,27	(66.66.5)
c : x_{32}	87 42	87 42	—	—	—	—	—	—	87 42	87 42	87° 42′	87° 42′	—	—	87 42	87 42	** 87 42	13,90	**(14.14.1)**
c : x_{33}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 48	87 49	87° 48′	87° 48′	—	—	87 48	14,53	(73.73.5)
c : x_{34}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87 54	87 55	87 54	87 55	—	—	87 54 30	15,28	(76.76.5) = **(15.15.1)**
c : x_{35}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88 01	88 02	88 01	88 01	—	—	* 88 01	16,12	**(16.16.1)**
c : x_{36}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88 14	88 14	—	—	—	—	88 14	18,09	**(18.18.1)**
c : x_{37}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88 21	88 20	88 20 30	19.28	(96.96.5) = **(19.19.1)**
c : x_{38}	—	—	88° 34′	88° 32′	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88 33	22,05	**(22.22.1)**
c : x_{39}	—	—	88 38	88 38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88 38	23,39	(117.117.5) = **(23.23.1)**

qualitative Prüfung des an Kristall II anschließenden Bruchstückes lehrte, daß auf der einen Fläche noch zwei Bündel von sehr zahlreichen, aber ziemlich lichtschwachen Reflexen, sowie ein zusammenhängendes verwaschenes Reflexband erscheinen, aus dem sich nur ein Reflex deutlich heraushebt. Auf der Gegenfläche liegt ein einziges, lang ausgezogenes Band. Offenbar scharen sich um (110) die Vizinalen noch dichter als in der Nähe von (111).

Wo breitere Flächenteile einen deutlichen Knick erkennen lassen, ist dies in der Tabelle durch eine gestrichelte Linie angedeutet. Die Schnittkante zwischen den mehr der Pyramide und den mehr dem Prisma benachbarten Vizinalen ist jedoch durch eine ausgezogene Linie hervorgehoben. Häufig auftretende Flächen sind in der Rubrik „Mittel“ durch Sterne gekennzeichnet.

Bemerkenswert an der Tabelle erscheint folgendes: Vollkommen durchlaufend ist keine Vizinale, nicht einmal an einem Kristalle, sondern immer fehlt die betreffende in dem einen oder dem andern Quadranten. Hingegen treten einige fast allgemein auf, besonders die mit den Flächennormalen $c : x_8 = 64^0 6'$ und $c : x_{32} = 87^0 42'$. Während letztere verhältnismäßig einfache Indizes hat (14.14.1), gilt dies nicht von der ersteren (23.23.20). Ähnlich ist es bei anderen häufigen Flächen, z. B. $c : x_{24} = 87^0 7'$ mit (11.11.1) im Gegensatz zu $c : x_6 = 63^0 56'$ mit (57.57.50) oder zu $c : x_1 = 60^0 54'$ mit mehrstelligen Indizes. Nicht unerwähnt mag bleiben, daß Flächen, die sich gerade sehr einfachen Indizes nähern — (665)(551)(10.10.1) — nur in einzelnen Quadranten vorkommen. Daraus scheint hervorzugehen, daß die Häufigkeit der Vizinalflächen nicht abhängig ist von der Einfachheit der Indizes.

Des weitern ist es auffällig, daß sich in den einzelnen Zonen die Flächen um gewisse Knotenpunkte häufen, und zwar pflegen im vorliegenden Falle gleiche Flächen in den beiden Quadranten in Erscheinung zu treten, die im spitzen Winkel aneinander grenzen, z. B. bei Kristall II x_1, x_8 usw. auf der positiven Seite der Achse b, x_{22} usw. auf der negativen Seite.

Die Indizes, die für die meisten Flächen von x_1 bis x_{13} infolge deren geringer Lagedifferenz gegenüber (111) so groß gewählt werden müßten, daß ein Mißverhältnis zur Genauigkeit der Messung entstünde, vereinfachen sich mit zunehmender Steilstellung, obwohl die Winkeldifferenzen zwischen (10.10.1) und (13.13.1) im ganzen geringer werden, indem sie oft bis auf 2′ sinken. Es läßt sich eine Reihe von (10.10.1) (11.11.1) . . . bis (23.23.1) herausheben, in der nur gegen das Ende einige Flächen fehlen, nämlich (17.17.1), (20.20.1) und (21.21.1). Natürlich müssen, genau wie bei zu wenig unterschiedlichen Schnitten auf der c-Achse durch sehr flache Flächen gegenüber (111), mit zunehmender Annäherung an (110) die Indizes wieder komplizierter werden, da dann die Schnitte auf c zu groß werden, indem sie sich dem Werte ∞ nähern.

So wenig, wie die Indizes bestimmte Gesetzmäßigkeiten zu erkennen gestatten, kann man aus den Winkelverhältnissen irgend welche Beziehungen herauslesen. Eine gleiche Differenz, wie sie HINTZE beim Cölestin für charakteristisch hält, tritt nur zwischen x_{31} bis x_{37} auf mit dem Wert 6′ bis 6′30″, wobei zu bedenken ist, daß die Differenz 13′ zwischen x_{35} und x_{36} sich aufteilen würde, wenn (17.17.1) vorhanden wäre mit dem zugehörigen Winkel 88° 7′. Unter dieser Voraussetzung hätten von 39 beobachteten Vizinalen nur 7 nahezu gleiche Winkeldifferenz in ununterbrochener Folge.

Die Ausbildung der Vizinalen entspricht der üblichen Weise. Sie sind teils recht schmal, teils von erheblicher Breite (bis 2,5 mm), und zwar pflegen sie gegen die Grenze von Pyramide und Prisma an Ausdehnung abzunehmen. Es liegt darin die Tendenz zur Verrundung (vgl. Fig. 4). Sie schneiden sich meist in scharfer, bereits makroskopisch sehr wohl wahrnehmbarer Kante. Vor dem Goniometer erkennt man, daß sie entweder größere, einheitliche, glatte Flächen bilden (Vizinale I. Ordnung[1]), oder aber durch wiederholten Wechsel zweier Flächen treppenartig gebrochen sind (Vizinale II. Ordnung[1]). In einem Quadranten des Kristalls I vertritt die Vizinale zu (111) die Hauptfläche.

Prismen- und Pyramidenflächen sind selten glatt, sondern meist horizontal gestreift, einerseits durch Kombinationsriefung. Anderseits sind noch bedeutsamer für die Herausbildung der Streifung auf dem Prisma kleine, im reflektierten Lichte aufblitzende Erhebungen von dolchartiger Form. Zwei der divergierenden, scharfen Kanten liegen in (110), die dritte steigt über die Fläche gegen den stumpfen Prismenwinkel an, so daß in dieser Richtung ein gleichschenkliges, fast gleichseitiges Dreieck den Abschluß bildet, das auf (110) etwa senkrecht steht, während die Spitze jedes Hügelchens gegen {010} gerichtet ist. Die Gebilde sind meist dicht gedrängt und überlagern sich häufig. Bisweilen, besonders gegen die Spitze zu, sind Krümmungen zu beobachten, die offenkundig einer Gesetzmäßigkeit entbehren (im Gegensatz zu ähnlichen Erscheinungen, die GRANDINGER[1] am Topas fand). Dadurch verliert die Gestalt die ihr sonst eigene Symmetrie nach der horizontalen Spiegelebene des Kristalls. Nicht hervorgehoben zu werden braucht, daß auf (1$\bar{1}$0) die Lage spiegelbildlich ist zu der auf ($\bar{1}$10), womit den Symmetrieforderungen der rhombischen Holoedrie Genüge getan ist.

Die Frage, ob die Ursache dieser Bildungen in Wachstums- oder Auflösungserscheinungen zu suchen sei, ist schwer zu beantworten, da die geringe Menge der vorhandenen Substanz eine systematische Verfolgung der Angelegenheit nicht gestattet. Wenn

---

[1] GRANDINGER, Der Topas von Amerika bei Penig im sächsischen Granulitgebirge. Leipziger Dissertation. 1919.

man sich aber vergegenwärtigt, daß einerseits die spiegelglatten Flächen der gemessenen Kristalle diese Erscheinung nicht zeigen, anderseits diejenigen Kristalle, denen sie eigen ist, auch auf {010} matt sind und unter dem Mikroskope auf dem Pinakoide die charakteristische Körnelung gewahren lassen, wie sie bei Ätzungen oft hervorgeht, so möchte man meinen, daß die in Rede stehenden Erhebungen als Ätzhügel anzusprechen seien.

Sehr flache, vierflächige Ätzgrübchen treten auf {010} auf, und zwar haben sie rhombenförmigen Umriß. Die kürzere, in der Richtung der a-Achse liegende Diagonale verhält sich zur längeren wie 2 : 3. Wie ersichtlich, ist die Form in Übereinstimmung mit den Symmetrieanforderungen disymmetrisch (Fig. 5).

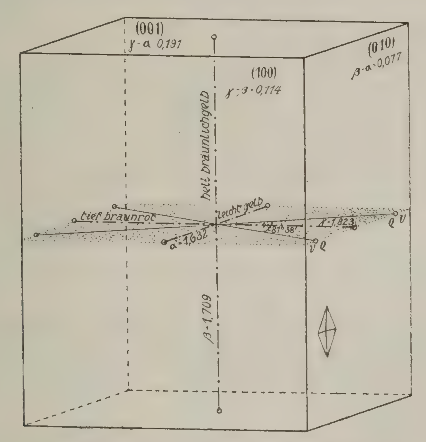


Fig. 5. Optische Verhältnisse des Ammoniumsalzes der Brenzkatechinmolybdänsäure. Auf (010) ein Ätzgrübchen.

Spaltbarkeit überaus vollkommen nach {010}, vollkommen nach {001}. Doch ist die erste derartig ausgezeichnet, daß im Pulver fast nur Blättchen nach {010} vorhanden sind.

Glanz sehr unterschiedlich, je nach Beschaffenheit der Flächen. Im allgemeinen starker Glasglanz, sofern die Flächen glatt sind. Kombinationsriefung bedingt eine Verminderung. Noch milder wird er auf {110} bei Hinzutreten von Ätzhügeln, geht aber nie völlig verloren, während {010} schon bei schwacher Ätzung matt wird. Auf den Spaltflächen, besonders (010), äußerst lebhafter Diamantglanz.

Optische Orientierung und Pleochroismus (Fig. 5):

$c = \mathfrak{b}$ = hell bräunlichgelb.

$b = \mathfrak{c}$ = tief braunrot.

$a = \mathfrak{a}$ = sehr licht strohgelb, mit einem Stich ins Grünliche.

Die Absorptionsunterschiede sind sehr beträchtlich. Sie kommen in der Stärke ungefähr denen des Turmalins gleich, und zwar ist die Verteilung

$$\mathfrak{a} < \mathfrak{b} \leqq \mathfrak{c},$$

so daß also $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ unter sich geringen Unterschied haben im Verhältnis zu dem großen gegenüber $\mathfrak{c}$.

Von den Brechungsexponenten ließen sich vermittels des KLEIN'schen Refraktometers nur α und β bestimmen, da die zu γ gehörige Schattengrenze bei dem hier vorhandenen Instrumente sowohl im Na- als auch im Li-Lichte in der Nähe von 90^0 — also bei Parallelstellung des Fernrohres mit der Oberfläche der Glashalbkugel — immer mehr verblaßt und schließlich ganz verschwindet. Es ist demnach zu erwarten, daß γ höher ist als der Brechungsindex der Halbkugel, der 1,7469 beträgt.

Gemessen wurde für

	Natriumlicht	Lithiumlicht
α	1,632	1,631
β	1,709	1,708

Die Berechnung von γ nach der Formel

$$\gamma = \beta \frac{\sin V}{\cos \varrho}; \quad \text{wo } \sin \varrho = \frac{\beta}{\alpha} \cos V,$$

ergibt für Natriumlicht

$$\gamma = 1{,}823.$$

Dieser Wert befindet sich in Übereinstimmung mit der oben dargelegten Beobachtung sowie mit einer Prüfung unter dem Mikroskope, der zufolge γ höher ist als der Brechungsquotient von Methylenjodid (1,744).

Wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist, erreicht die Doppelbrechung sehr hohe Beträge. $\gamma - \alpha$ entspricht etwa der Doppelbrechung des Breunnerits (0,189).

$$\begin{matrix} \alpha = 1{,}632 & & \\ \beta = 1{,}709 & \begin{matrix} \beta - \alpha = 0{,}077 \\ \gamma - \beta = 0{,}114 \end{matrix} & \gamma - \alpha = 0{,}191 \\ \gamma = 1{,}823 & & \end{matrix}$$

Die Achsenebene liegt // (001), und zwar ist die I. positive Bisektrix = $\mathfrak{b}$.

Der Achsenwinkel wurde für Natriumlicht gemessen in Monobromnaphthalin, dessen Brechungsindex ermittelt wurde als $n = 1{,}6585$. Es ergab sich

$$2\,H = 84^0\,40'.$$

Daraus berechnet sich nach der Formel

$$\sin V = \frac{n}{\beta} \sin H$$

$$2\,V = 81^0\,38'.$$

Die Dispersion ist gering: $v > \varrho$.

Tübingen, Institut f. Mineralogie u. Petrographie, 31. I. 1920.

Zur Frage der Bildung der Einschlüsse von flüssigem Kohlendioxyd in Mineralien.

Von **Rudolf Scharizer** in Graz.

G. Spezia [1] beobachtete im Kalkspat von Traversella dreierlei Arten von Flüssigkeitseinschlüssen: 1. Einschlüsse von liquidem Kohlendioxyd; 2. Flüssigkeitseinschlüsse, deren Libelle gegen Temperaturerhöhung sehr wenig empfindlich waren, und 3. Einschlüsse ohne Libelle, bei denen aber eine solche erschien, sobald das Präparat durch verdunsteten Äther unter die Zimmertemperatur abgekühlt wurde.

Dieses merkwürdige Nebeneinandervorkommen von so verschiedenartigen Flüssigkeitseinschlüssen in ein und demselben Mineralstück ist meines Wissens noch nicht erklärt worden. Im Nachstehenden soll nun eine Erklärung versucht werden.

Bekanntlich absorbieren Schmelzflüsse ebenso wie normale Flüssigkeiten Gase, die dann beim Erstarren wieder ausgeschieden werden. Aus den vulkanischen Erscheinungen kann man schließen, daß unter den Gasen, die von den Magmen seinerzeit absorbiert wurden, Kohlendioxyd und die Bestandteile des Wassers eine große Rolle spielten.

Die kritischen Konstanten für CO_2 und H_2O sind nun:

	Kritische Temperatur	Kritischer Druck	Kritisches Volumen	Kritische Dichte
H_2O	362°	200 Atm.	0,00386	0,429
CO_2	31,6°	77 „	0,00428	0,468

Kohlendioxyd kann daher in Erdtiefen, deren Temperatur 31,6° und darüber beträgt, im flüssigen Zustande unmöglich bestehen, wenn auch der Druck noch so groß ist. Diese Temperatur herrscht nun in Tiefen von 958 m, wenn man die geothermische Tiefenstufe zu 30 m und die Zone konstanter Temperatur [0°] mit 10 m annimmt. Der Gesteinsdruck, der in diesen Tiefen wirksam ist, berechnet sich mit $239{,}5 + 1 = 240{,}5$ Atmosphären, wenn die Gesteinsdichte gleich 2,5 angenommen wird. Dieser Gesteinsdruck ist größer als der kritische Druck für das Kohlendioxyd, daher ist sicher, daß in Magmen, die in Tiefen von 958 m und darüber erstarrten, das Kohlendioxyd nur im überkritischen Zustande abgeschieden und von den sich gleichzeitig bildenden pyrogenen Mineralien umschlossen wurde. Kühlte nun das Gestein unter die kritische Temperatur ab, so wurden die unter großem Drucke eingeschlossenen Mengen des überkritischen Kohlendioxydes flüssig, und

[1] Atti R. Accad. delle Scienze di Torino. (1907.) **42**. 261 u. ff.

da das Volumen der daraus entstandenen flüssigen Phase kleiner war, als das der Gasphase, so mußte sich im Einschluß ein Gasbläschen, eine Libelle, bilden.

Nun sagt eine einfache Überlegung [1], daß das spezifische Gewicht des Kohlendioxydes im Augenblicke der Umschließung durch das Mineral [S_t] gleich sein muß der Summe der spezifischen Gewichte der flüssigen und der gasförmigen Phase [$s' + s$] bei der Beobachtungstemperatur [t'], und daraus folgt die Gleichung:

$$100\ S_t = x\ s_{t'} + (100 - x)\ s'_{t'},$$

worin x die Volumsperzente der Libelle bedeutet. Daraus berechnet sich

$$x = \frac{100\ (s'_{t'} - S_t)}{s'_{t'} - s_{t'}}.$$

Die Libelle in einem Einschluß von flüssigem Kohlendioxyd wird also um so größer sein, je größer die Differenz ($s'_{t'} - S_t$) ist, und da S mit größer werdendem t abnimmt, wird die Libelle um so größer sein, je höher die Temperatur war, bei der die Einschließung erfolgte. Einschlüsse ohne Libelle können also nur dann beobachtet werden, wenn die Temperatur bei der Umschließung niedriger war als die Beobachtungstemperatur, also niedriger als 15^0 z. B. Diese Temperatur wird unter den früher gemachten Voraussetzungen in Erdtiefen von 450 m anzutreffen sein, wo schon ein Gesteinsdruck von 116 Atmosphären herrscht, also ein Druck, der noch weit höher ist als der kritische Druck des Kohlendioxydes.

Um einen Überblick über die Größenverhältnisse der Libellen zu gewinnen, habe ich nach obiger Formel und unter Zugrundelegung der von Amagat [2] mitgeteilten Dichten des flüssigen Kohlendioxydes und des gesättigten Dampfes für nachstehende Temperaturen das Volumen der Libelle berechnet. Es beträgt

8,5	Volumteile	des	ganzen	Einschlusses,	wenn $t' = 20^0$	war,
18,9	„	„	„	„	„ $t' = 25^0$	„
36,2	„	„	„	„	„ $t' = 30^0$	„
53,4	„	„	„	„	„ $t' = 31{,}3^0$	„

Daraus erhellt, daß Einschlüsse von flüssigem Kohlendioxyd, deren Libelle bei gewöhnlicher Zimmertemperatur größer als 50 % ist, bei Temperaturen umschlossen wurden, die über der kritischen Temperatur lagen, und daß Einschlüsse ohne Libelle in pyrogenen Mineralien nicht angetroffen werden können. Solche sind nur bei einer hydatogenen Bildungsweise möglich, wenn in der Mutterlauge, aus der sich die Mineralien ausgeschieden haben, liquides Kohlendioxyd bestandfähig war.

---

[1] Johnsen, Die Naturwissenschaften. 1919. 666.

[2] Landolt und Börnstein, Phys.-chem. Tabellen. 1905. 252.

Man muß daher zur Annahme greifen, daß die Gase, welche aus dem erstarrenden Magma entbunden wurden, nicht im Magma verblieben sind, sondern aus demselben entwichen. Dies konnte nur dann eintreten, wenn der Druck der freiwerdenden Gase größer war, als der Gesteinsdruck, unter dem das Magma erstarrte, und wenn die Beweglichkeit des Magmas noch für das Entweichen der Gase günstig war. Nimmt man ferner noch an, daß dies bei einer Temperatur geschah, bei der die Dissoziation schon ohne Bedeutung war, so werden sich die beiden Verbindungen H_2O und CO_2, die uns hier vor allem interessieren, zuerst in den heißesten Teilen um das festwerdende Magma im überkritischen Zustande befunden haben, wenn dort der notwendige Gesteinsdruck herrschte. [Zone I.]

Bei der darauffolgenden Abkühlung, mag diese nun an Ort und Stelle oder bei der weiteren Wanderung der Gase nach oben erfolgt sein, wird zuerst die Verbindung H_2O den kritischen Zustand überwunden haben und flüssig geworden sein. Das Kohlendioxyd mußte noch im kritischen Zustande verharren, und es wäre nun wichtig, zu wissen, ob das Kohlendioxyd im überkritischen Zustande trotz der hohen Temperatur wegen des hohen Druckes vom Wasser absorbiert wurde oder nicht. [Zone II.]

In welcher Tiefe diese Zone II beginnt, hängt lediglich von der Lage der Gesteinsmasse ab, durch deren Erstarrung die beiden genannten Verbindungen in Freiheit gesetzt wurden. Nimmt man normale Verhältnisse an, d. h. wird lediglich die Erdwärme als Funktion der Erdtiefe und der dieser Tiefe entsprechende Gesteinsdruck in Rechnung gestellt, wird also von jeder Beeinflussung der geothermischen Tiefenstufe durch das empordringende Magma abgesehen, so kann die Verflüssigung der Verbindung H_2O dort eintreten, wo die kritische Temperatur für H_2O herrscht, und das würde bei 10 800 m der Fall sein, weil dort unter normalen Verhältnissen auch ein mehr als genügender Gesteinsdruck = 2175 Atmosphären, also ein Vielfaches des kritischen Druckes wirksam wäre.

In Tiefen von 958 m wird dann die kritische Temperatur für das Kohlendioxyd erreicht, und da in diesen Tiefen der Gesteinsdruck noch immer den kritischen Druck für diese Verbindung übertrifft, wird jetzt das Kohlendioxyd die flüssige Phase annehmen. Nun mischt sich aber das flüssige Kohlendioxyd nicht mit Wasser, und daher muß es sich in Tropfenform dem höchstens $31{,}6^0$ heißen Wasser beimischen. [Zone III.]

Die oberste Grenze dieser Zone wird dort liegen, wo der Druck des gesättigten Kohlendioxyddampfes größer wird als der Gesteinsdruck. Dies tritt ungefähr bei 160 m Tiefe ein. Dort halten sich bei 5^0 C die beiden Drucke mit beiläufig 40 Atmosphären das Gleichgewicht.

In der nun folgenden 4. Zone wird das Kohlendioxyd wieder den Gaszustand annehmen und in dieser Form dem Wasser beigemengt, bezw. von diesem absorbiert sein.

Mineralien, die in der 1. heißesten Zone gebildet wurden, können also nur H_2O und CO_2 im überkritischen Zustande umschlossen haben. Ist dies geschehen, so müssen jetzt diese pneumatogenen Mineralien Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen enthalten. Bei den Kohlendioxydeinschlüssen wird die Libelle mehr als 50 % des ganzen Einschlußvolumens betragen. Die Libellen der wässerigen Einschlüsse werden viel kleiner sein. Es berechnet sich z. B. das Volumen derselben, wenn der Einschlußakt sich bei 100° vollzog, zu 4,1 % des Gesamtvolumens, wenn der Einschluß bei 320° gebildet wurde, erst zu 34,4 %.

Eine weitere Frage, die zu beantworten wäre, wäre die, ob unter den obwaltenden Verhältnissen auch Einschlüsse mit zwei sich nicht mischenden Flüssigkeiten entstehen können oder nicht. Dies hängt wesentlich davon ab, ob flüssiges Kohlendioxyd im Wasser absolut unlöslich ist, oder ob dieses unter den obwaltenden Umständen doch eine gewisse Lösungsfähigkeit für erstgenannte Verbindung besitzt. Denn würde vollkommene Unlöslichkeit bestehen, dann müßten immer, wenn Kohlendioxyd und H_2O im überkritischen Zustande umschlossen würden, Doppeleinschlüsse sich finden. Wäre aber eine gewisse Löslichkeit vorhanden, dann würde es lediglich von dem relativen Mengenverhältnis abhängen, in welchem die beiden Substanzen ursprünglich miteinander gemischt waren. War dieses Mengenverhältnis ein derartiges, daß die durch das Abkühlen entstehende Flüssigkeitsphase des Wassers bei dem im Einschlusse herrschenden, aus der Bildungsperiode des Einschlusses stammenden Druck die ganze CO_2-Menge verschlucken konnte, dann würden nur wässerige Einschlüsse in Erscheinung treten. War aber mehr Kohlendioxyd vorhanden, dann müßte neben H_2O auch liquides Kohlendioxyd im Einschlusse sichtbar werden.

Für Mineralien, die in der Zone II entstanden sind, gelten die gleichen Erwägungen. Nur ist in den Einschlüssen der niedrigeren Bildungstemperatur wegen die Libelle kleiner als bei den vorigen.

In der 3. Zone besteht indessen die Möglichkeit, daß ein und dasselbe Mineral wässerige Einschlüsse, Einschlüsse mit zwei unmischbaren Flüssigkeiten und Einschlüsse von liquidem Kohlendioxyd allein gleichzeitig enthalten kann. Die Einschlüsse von liquidem Kohlendioxyd sind von denen der Zone I und II dadurch ausgezeichnet, daß ihre Libelle weniger als 50 % des Einschlußvolumens einnimmt. Sie kann aber auch ganz fehlen, weil das Existenzgebiet des liquiden Kohlendioxydes auch Gebiete unter 15° C umfaßt. Die Libellen in den Kohlendioxydeinschlüssen dieser Zone können auch im Gegensatze zu denen der 1. und 2. Zone, die immer erst beim kritischen Punkte unter Aufzehrung der flüssigen Phase verschwinden, bei verschiedenen Temperaturen unter 31,6° zum Verschwinden gebracht werden, da ja die Umschließung bei verschiedenen Temperaturen unter 31,6° möglich war.

Die Mineralien der 4. Zone sind frei von Einschlüssen flüssigen Kohlendioxydes, können aber diese Verbindung in Gasform und daneben wässerige Einschlüsse enthalten.

Einige Modifikationen in diesem Verhalten werden jedoch eintreten, wenn die juvenilen Gase offene oder mit Wasser gefüllte Klüfte antreffen, die mit der Erdoberfläche in Verbindung stehen. Im ersteren Falle werden sie glattweg, ohne ihre Phase zu ändern, in die Atmosphäre entweichen, im andern Falle werden die Grenzen der einzelnen Zonen sich verschieben, da nicht mehr der Gesteinsdruck, sondern nur der Druck der die Kluft erfüllenden Wassermenge in Wirksamkeit tritt.

Nach ADAMS und KING[1] sollen offene Klüfte bis in eine Tiefe von 28 km, mit Wasser erfüllte aber sogar bis 34 km reichen können. Eine einfache Überlegung sagt aber, daß letzteres, soweit es die Füllung mit Wasser betrifft, ein Ding der Unmöglichkeit ist. In 34 km Tiefe müßte, eine vollkommen gleichmäßige Temperaturzunahme mit der Tiefe vorausgesetzt, eine Temperatur von 1133^0 und ein Wasserdruck von 3400 Atmosphären herrschen. Es sind das Werte, die über den kritischen Werten des Wassers liegen und uns daher sagen, daß in dieser Tiefe flüssiges Wasser nicht bestehen kann. Diese Phase kann erst in Tiefen kleiner als 10 800 m auftreten, weil in dieser Tiefe die kritische Temperatur des Wassers herrscht.

Im Raume oberhalb 10 860 m werden dann die Zonen II, III und IV ebenso übereinander folgen, wie es schon im Vorhergehenden beschrieben wurde, nur werden die Grenzen der einzelnen Zonen, der geringeren Dichte des Wassers entsprechend, in größeren Tiefen liegen. Das die Grenze zwischen Zone III und IV bezeichnende Gleichgewicht zwischen dem Druck des gesättigten Kohlendioxyddampfes und dem Wasserdruck liegt nun in 580 m Tiefe bei einem Drucke von ungefähr 59 Atmosphären und einer Temperatur von 19^0 C. Daraus folgt, daß Mineralien, die in dieser Zone gebildet wurden, wohl noch Einschlüsse von liquidem Kohlendioxyd enthalten können, daß aber solche ohne Libelle vollkommen ausgeschlossen sind.

Für den Kalkspat von Traversella und auch für den Anhydrit aus dem Simplontunnel[2] ergibt sich daraus, daß sich beide Mineralien nicht in einer offenen, mit Wasser gefüllten Kluft gebildet haben können, sondern in einem Raume, der nur unter dem Gesteinsdrucke stand, und zwar in einer Tiefe von mindestens 160 m, in welcher Tiefe 15^0 herrschen würden.

Mögen auch die bei diesen Überlegungen angeführten Zahlen vielleicht den tatsächlichen Verhältnissen nicht ganz entsprechen,

---

[1] RINNE, Gesteinskunde. 5. Auflage. p. 27.

[2] Atti R. Accad. delle Scienze di Turino. 1904. **39**. 521—532.

bestehen bleibt aber immer die Tatsache, daß man in bezug auf die Bildung von Flüssigkeitseinschlüssen mehrere Zonen unterscheiden müsse:

a) jene Zone, wo sich die Flüssigkeitseinschlüsse von überkritischen Gasen herleiten. Dieselben sind bei den Einschlüssen von liquidem Kohlendioxyd durch Libellen von mehr als 50 Volumperzent des Einschlusses ausgezeichnet;

b) jene Zone, wo die Libellen der Kohlendioxydeinschlüsse kleiner als 50 Volumperzent sind, weil das Kohlendioxyd im liquiden Zustande eingeschlossen wurde, und

c) endlich die oberste Zone, wo Einschlüsse von liquidem Kohlendioxyd gänzlich fehlen.

Zu bedenken wäre noch, daß das Kohlendioxyd der Einschlüsse nicht immer juvenilen Ursprunges zu sein braucht. Wenn durch den Kontakt- oder Dynamometamorphismus chemische Reaktionen eingeleitet werden, an denen Carbonate unter Abspaltung von CO_2 beteiligt sind, so muß sich das auf solche Weise in Freiheit gesetzte Kohlendioxyd genau so verhalten, wie das juvenile, und kann in den bei der Umbildung entstandenen Mineralien ebenfalls als Einschluß mit wechselndem Verhalten je nach den bei der Mineralbildung herrschenden Druck- und Temperaturverhältnissen auftreten. Eine genauere Erforschung der Flüssigkeitseinschlüsse in den Mineralien könnte daher noch manchen genetisch wertvollen Schluß ermöglichen.

Graz, im Februar 1920.

Umwandlung von Beerbachit[1] in Amphibolit durch Granit im südlichen Schwarzwald.

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Philipp[2] beschreibt beerbachitische Gesteine, die sich unter den Gabbroidblöcken der Ehrsberger Gegend finden; obwohl diese Gesteine im wesentlichen aus Hornblende mit vereinzelten Pyroxenresten und sehr basischem Plagioklas bestehen, bezeichnet er sie

---

[1] feinkörniger Gabbro (Weinschenk).

[2] H. Philipp, Studien aus dem Gebiete der Granite und umgewandelten Gabbro des mittleren Wiesetales. Mitteil. d. Bad. Geolog. Landesanstalt. 6. 1. Heft. 1910.

doch als Beerbachite, da sie nach seiner Ansicht durch den Granit, in dem die Gabbroidblöcke schwimmen sollen, uralitisiert sind.

Rosenbusch betrachtet die Amphibolite als dynamometamorphe Gesteine. Da diese Ansicht heute noch vorherrscht, ist jeder einwandfreie Nachweis andersartiger Entstehung von Amphiboliten von Wichtigkeit.

Herr Prof. Philipp stellte mir die im folgenden beschriebenen Stücke aus dem Südschwarzwald zur Verfügung, wofür ich hier meinen Dank aussprechen möchte.

Es handelt sich um Einschlüsse im Granit, die Philipp am Angenbach unterhalb und oberhalb von Häg schlug.

Das zuerst zu beschreibende Stück ist ein sehr feinkörniges, fast dichtes, hornfelsartiges, dunkelgrüngraues Gestein in festem Verbande mit Granit. Gegen den Granit ist es teilweise ohne Übergangszone scharf abgegrenzt, meist geht es jedoch randlich über in ein fast schwarzes, glänzendes, deutlicher körniges und geschiefertes Gestein, das gleichfalls gegen den Granit bruchstückartig begrenzt und scharf abgesetzt ist.

Das Mikroskop läßt erkennen, daß das hornfelsartige Gestein im wesentlichen aus Pyroxen und Plagioklas besteht. Der unter dem Mikroskop farblose bis schwach grünliche, stark korrodiert und löcherig erscheinende Pyroxen zeigt in Schnitten nahe dem Klinopinakoid Auslöschungsschiefen bis 40°. Der Plagioklas ist stellenweise stark in sericitartige Masse zersetzt, so daß häufig in einzelnen Durchschnitten kaum das Auslöschen und Aufhellen des Feldspates beim Drehen des Objekttisches zu sehen ist. Nach der Lichtbrechung gehört der Plagioklas der Reihe Bytownit bis Labrador an, womit auch die Messungen an Spaltblättchen übereinstimmen, die nach M Auslöschungsschiefen 30—36° und nach P 8—9° aufweisen. Die Glieder der Bytownit—Labradorreihe treten nicht zonar auf, sondern erscheinen in getrennten Körnern, die sauren randlich gegen den Granit. Von idiomorpher Begrenzung kann auch bei den Plagioklasen keine Rede sein. An Nebengemengteilen ist sehr viel schwarzes idiomorphes, viereckig und sechseckig begrenztes Erz zu beobachten, das nach seiner leichten Löslichkeit in konzentrierter Salzsäure als Magnetit anzusprechen ist, zumal es vom Magneten stark angezogen wird; wenig gelbes, unregelmäßig begrenztes Erz dürfte dem Pyrit zuzurechnen sein; Titanit erscheint in großer Menge in der bekannten Insekteneierform; Apatit in kurzen, stumpfen Säulen ist selten. Kalkspat, mit Pyroxen verwachsen, ist als Zersetzungsprodukt anzusehen. Ein vereinzeltes wasserhelles Mineralkorn kann ich nach seinem optischen Verhalten, besonders der Lichtbrechung, nur als Quarz deuten.

Eine im Dittrich'schen Laboratorium in Heidelberg ausgeführte Gesamtanalyse des Gesteins ergab folgende Werte:

SiO_2	43,99
TiO_2	1,21
Al_2O_3	16,19
Fe_2O_3	5,11
FeO	8,57
MgO	3,94
CaO	13,97
Na_2O	1,42
K_2O	2,50
H_2O bis 105°	0,19
H_2O über 105°	2,21
P_2O_5	0,15
CO_2	0,19
	99,64
Spez. Gew.	3,03

Nach den Untersuchungsergebnissen liegt hier ein Beerbachit vor.

Ein Schliff aus der schwarzen Übergangszone zeigt ein Gemenge von Pyroxen, Hornblende und Plagioklas. Der Pyroxen ist von Hornblende durch- und umwachsen; es scheint sich um eine gesetzmäßige Verwachsung der beiden Mineralien zu handeln. Während die mit Pyroxen verwachsene Hornblende hellgrün und faserig erscheint, ist die übrige Hornblende in der gewöhnlichen dunkelgrünen Form ausgebildet. Der frische Plagioklas ist nach seiner Lichtbrechung ein Andesin. Quarz wurde in einzelnen Körnern mit Sicherheit nachgewiesen. An Nebengemengteilen tritt neben dem idiomorphen Magnetit unregelmäßig begrenztes, schwarzes Erz auf, das meist von einem Titanitrand umgeben ist. In einem Schliff wurde eine helle Querader von Prehnit beobachtet, an deren Rande der Plagioklas auffallend stark sericitisiert ist, während die anliegende Hornblende keine Veränderung aufweist.

Der benachbarte Granit besteht in der Hauptsache aus dunkelgrüner Hornblende, Plagioklas und Quarz. Der Plagioklas wurde an der Lichtbrechung als Oligoklas-Andesin erkannt. Orthoklas konnte neben Plagioklas nur in sehr geringer Menge und in stark zersetztem Zustande nachgewiesen werden. Als Nebengemengteile treten unregelmäßig begrenztes schwarzes Erz, Titanit in größeren Körnern, teilweise idiomorpher Orthit und Apatit auf.

Das zweite untersuchte Stück ist ein feinkörniges, dunkelgrüngraues Gestein mit schwarzen Adern und Streifen, wodurch das Gestein deutlich geschiefert erscheint.

Unter dem Mikroskop erweisen sich Pyroxen, Hornblende und Plagioklas als Hauptgemengteile. Der farblose bis schwach grünliche Pyroxen ist fast immer von hellgrünen Hornblendefasern parallel durchwachsen. In einem Schnitt nahe dem Klinopinakoid löschte der Pyroxen mit 40° Schiefe aus, die eingewachsene Hornblende

mit 20^0 Schiefe. Einzelne Durchschnitte der hellgrünen Hornblende finden sich ohne jede Einlagerung von Pyroxen; sie heben sich scharf von der dunkelgrünen Hornblende ab, die niemals mit Pyroxen verwachsen ist. Letztere Hornblende löschte in Schnitten nahe dem Klinopinakoid bis zu 22^0 Schiefe aus. Der Plagioklas wurde stets als Oligoklas-Andesin bestimmt. Als Nebengemengteile wurden schwarzes, idiomorphes, meist jedoch unregelmäßig begrenztes und häufig von Titanit umrandetes Erz, viel Titanit, besonders in der Form der Insekteneier, und wenig Apatit beobachtet.

Außer dem Pyroxen finden sich sämtliche Gemengteile auch in den schwarzen Gesteinsadern und -streifen. Während jedoch das Erz im dunkelgrüngrauen Gestein vorherrschend idiomorph in Vierecken und Sechsecken wie im Beerbachit erscheint, ist es in den dunklen Streifen meist unregelmäßig begrenzt und häufig von Titanit umwachsen; liegt in dem dunkelgrüngrauen Gestein der Titanit hauptsächlich in der Form der Insekteneier wie im Beerbachit vor, so ist er im Gegensatz dazu in den dunklen Streifen mehr in größeren, unregelmäßig begrenzten Körnern ausgebildet, die fast immer Erz umschließen. Daß es Übergangsstellen in Dünnschliffen gibt, bei denen von einem Vorherrschen der beschriebenen Strukturen des Erzes und des Titanit nicht mehr gesprochen werden kann, will ich besonders erwähnen.

Das dritte untersuchte Stück ist ein schwarzes feinkörniges, geschiefertes Gestein, das nach der mikroskopischen Untersuchung Hornblende und Plagioklas als Hauptgemengteile aufweist. Die stark korrodierte Hornblende tritt fast nur in der dunkelgrünen Art auf; in einzelnen Durchschnitten ist sie fleckenweise hellgrün gefärbt. Der Plagioklas erweist sich nach der Lichtbrechung durchweg als Oligoklas-Andesin. Neben Hornblende ist als dunkler Gemengteil in geringer Menge ein dunkelrotbraun durchsichtiger Biotit ausgebildet, der meist stark chloritisiert und von Erzlamellen parallel den Spaltrissen durchzogen ist. Quarz ist nur in wenigen Körnern zu beobachten. Als Nebengemengteile erscheinen schwarzes Erz, das selten idiomorph, meist unregelmäßig begrenzt und oft von Titanit umrandet ist; Apatit in kleinen Säulen ist nicht selten; Titanit in nicht unbedeutender Menge zeigt sowohl die Insekteneierform, als auch unregelmäßige Formen, in denen er oft Erzkörner einschließt. Eine Aplitader besteht im wesentlichen aus Oligoklas-Andesin und Quarz; daneben sind Erz, Titanit, Apatit, Biotit und Hornblende in unbedeutender Menge vorhanden.

Zur besseren Übersicht sind die beschriebenen Erscheinungen in einer Tafel am Schlusse kurz zusammengefaßt.

Die vorliegenden Beobachtungen vermag ich nur in folgender Weise zu erklären: Das Granitmagma hat bei seinem Empordringen den Beerbachit in Schollen aufgenommen. Der Pyroxen wurde dabei z. T. unmittelbar in die hellgrüne Hornblende umgewandelt, z. T. erst

	Erz	Titanit	Apatit	Pyroxen	Hellgrüne Hornblende	Dunkelgrüne Hornblende	Biotit	Plagioklas	Orthoklas	Quarz
Beerbachit	idiomorpher Magnetit	Insekteneier	wenig kleine Säulen	viel	fehlt	fehlt	fehlt	Bytownit, randl. gegen Amphibolit Labrador bis Andesin	fehlt	fehlt
Dunkelgrüngrauer Amphibolit	meist idiomorpher Magnetit, wenig schwarzes. unregelmäßig begrenztes Erz, oft von Titanit umwachsen	meist Insekteneier. wenig größere, unregelmäßige Titanitkörner, oft als Rand um Erz	wenig kleine Säulen	wenig, stets von hellgrüner Hornblende durch- und umwachsen	ziemlich	wenig	fehlt	Oligoklas-Andesin, randlich gegen Beerbachit Andesin	fehlt	fehlt
Schwarzer Amphibolit	wenig idiomorpher Magnetit, meist schwarze unregelmäßige Erzkörner, oft mit Titanitrand	wenig Insekteneier, mehr größere Titanitkörner. oft Erz umwachsend	ziemlich kleine Säulen	fehlt	wenig	viel	wenig	Oligoklas-Andesin	fehlt	wenig
Granit (angrenzend)	wenig unregelmäßige Erzkörner, häufig mit Titanitrand	wenig größere Titanitkörner, oft mit Erzeinschluß	wenig kleine Säulen	fehlt	fehlt	ziemlich	ziemlich	Oligoklas-Andesin	wenig	viel

gelöst und in der dunkelgrünen Form wieder ausgeschieden. Der basische Plagioklas ging in die saure Form des Oligoklas-Andesin wohl durch Lösung über. Als Reste des Beerbachit im Amphibolit möchte ich einen großen Teil der idiomorphen Magnetitkörner und den Titanit in der Insekteneierform ansehen. Wie weit das unregelmäßig begrenzte Erz und die größeren Titanitkörner durch Auflösung aus dem Beerbachit oder durch Zuführung aus dem Granit hervorgegangen sind, wird nur durch Analyse des Amphibolit zu entscheiden sein. Daß Granitmagma im Amphibolit enthalten sein dürfte, dafür scheint mir besonders das Auftreten des Quarzes im Amphibolit zu sprechen.

Die vorliegenden Beobachtungen können als Beweis dafür angesehen werden, daß tatsächlich Amphibolit durch Graniteinwirkung aus Beerbachit entstehen kann, wie es Philipp in gleicher Weise für einen Teil der Gabbroide von Ehrsberg angenommen hat.

Über die im Harzburgit bei Harzburg aufsetzenden Gänge und ihre Beziehungen zum Nebengestein.

(Gänge von Gabbropegmatit, „dynamometamorphem" Gabbropegmatit, Carcaro, Nephrit, Faserserpentin und Quarzdiorit mit ausgelaugtem Quarz.)

Von **J. Fromme** in Egeln.

Mit 2 Textfiguren.

(Schluß.)

7. Altersbeziehungen und Genesis der Gänge.

Da Altersbeziehungen und Genesis der beschriebenen Gänge aufs engste verbunden sind, so empfiehlt sich hier eine gemeinsame Besprechung.

Auf Grund der bisher vorliegenden Untersuchungen bin ich zu nachstehenden Folgerungen gekommen:

In Spalten des noch heißen ehemaligen Bronzitperidotites, jetzigen Harzburgites, drang zunächst Gabbromagma ein und kristallisierte als Gabbropegmatit aus. Die Annahme vieler Autoren, daß bei der Serpentinisierung von Peridotiten postvulkanische Prozesse in Betracht kommen, wird auch auf unseren Peridotit Anwendung finden dürfen, und es ist weiter wahrscheinlich, daß durch solche Prozesse auch der Gabbropegmatit erfaßt, insonderheit sein Plagioklas prehnitisiert, sein Diallag z. T. amphibolitisiert und sein Ilmenit hie und da zu Rutil umgewandelt wurde. Auch die beobachtete starke Chloritisierung eines Ganges ist wohl so zu erklären.

Im Anschluß hieran dürften Gabbropegmatitgänge an solchen Stellen, wo entsprechender Gebirgsdruck herrschte, zu Linsen von „dynamometamorphem“ Gabbropegmatit verquetscht worden sein und dabei an Stelle ihres Diallages Chlorit, Carcaro und Nephrit aufgenommen haben. In ihren Prehnitaggregaten siedelte sich Granat an. Carcaro und Nephrit müssen in dieser Paragenese wohl als Produkte einer Dynamometamorphose angesehen werden.

Nach dem Gabbropegmatit wurde vermutlich der Quarzdiorit injiziert; er wäre demnach das jüngere Gestein. Man könnte dafür anführen, daß er in hercynischen Spalten aufzutreten scheint, was sich freilich noch nicht sicher feststellen ließ. Eher spricht sein hoher Quarzgehalt dafür, denn die basischen Massen sind nach Erdmannsdörffer früher auskristallisiert als die sauren. Einen weiteren Anhalt bietet das frische Gestein noch dadurch, daß im Gegensatz zum Gabbropegmatit der Plagioklas des Quarzdiorites nicht saussuritisiert oder nur in einzelnen derben Partien etwas verändert, in den meisten Fällen aber noch ursprünglich ist; er kann also keine analoge Metamorphose durch postvulkanische Prozesse erlitten haben. Vielleicht ist sogar der Schluß erlaubt, daß der Quarzdiorit erst nach vollendeter Serpentinisierung des Harzburgites injiziert wurde, oder erst dann, als die postvulkanischen Prozesse schon abgeschwächt waren. Es ergibt sich also bis auf weiteres die Altersfolge: Peridotit, Gabbropegmatit, Quarzdiorit.

Wir kommen jetzt zu den Carcaro- und Nephritgängen. Sie streichen in hercynischer Richtung, so daß sie geologisch betrachtet jünger sein müßten als der Gabbropegmatit. Bestätigt wird diese Annahme dadurch, daß der Nephritgang L 47 den Verwerfer des großen Gabbropegmatitganges bildet, und auch sonst einige Nephrit-Asbestgänge Gabbrogänge durchsetzen.

In welchem Altersverhältnis stehen nun aber die Carcaro- und Nephritgänge zum Quarzdiorit? Einen unmittelbaren Anhalt zur Beantwortung dieser Frage habe ich bisher nicht gefunden.

Finckh berichtet über den schlesischen Nephrit, daß er am Kontakt des in den Serpentin eingedrungenen Granites gegen sein Nebengestein sich einstelle, daher also ein Kontaktgestein sei (1912, p. 23).

Weiter sagt Finckh, er sehe keinen Grund ein, warum nicht auch der nach Rose und Roth ältere Gabbro eine ähnliche Kontaktwirkung auf den Serpentin ausüben sollte wie der Granit, vorausgesetzt, daß genügende Kalkzufuhr vorhanden sei. Fehle eine solche Wirkung, so sei anzunehmen, daß die Intrusion des Gabbros vor der Serpentinisierung des Peridotites erfolgt sei.

Nun fehlen aber in Harzburg Kontaktwirkungen am Harzburgit selbst dort, wo zweifellos Primärkontakt mit Gabbro- oder Dioritgängen vorliegt, demnach müßten beide Ganggesteine vor der

Serpentinisierung in den Peridotit injiziert worden sein. Damit steht aber in Widerspruch, daß der Plagioklas des Gabbros saussuritisiert ist, der des Quarzdiorites nicht, oder nur in einzelnen derben Partien etwas verändert erscheint. Jedenfalls können die Harzburger Nephritgesteine nicht als Kontaktprodukte angesehen werden, und deshalb lassen sich bei ihnen Altersbeziehungen auch nicht durch Kontakterscheinungen ermitteln. Nach Beuttel und Heinze soll übrigens der schlesische Nephrit ein Thermalprodukt sein (1915, p. 444).

Trotz mangelnder Anhaltspunkte zur Bestimmung des besagten Altersverhältnisses möchte ich vorläufig annehmen, daß der Quarzdiorit älter sei als die Carcaro- und Nephritgänge, wobei vorauszusetzen wäre, daß alle nach Lossen aus einem Herde stammenden Eruptivgesteine unseres Gebietes vorweg entstanden, und erst dann jene postvulkanischen Prozesse auftraten, welchen nach Uhlig Carcaro und Nephrit ihr Dasein verdanken. Anderseits ist aber auch ein Ineinandergreifen mancher der fraglichen Erscheinungen denkbar. Die Entscheidung über das Altersverhältnis muß somit späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Auf welche Weise sind nun die Carcaro- und Nephritgänge entstanden? Zur Beantwortung dieser Frage liegen jetzt sehr zahlreiche Tatsachen vor:

I. solche, welche für die Uhlig'sche Theorie sprechen.

1. Das Vorhandensein von Carcaro und Nephrit im „dynamometamorphen" Gabbropegmatit.
2. Die teilweise Umwandlung von Carcaro in Nephrit im großen Nephritgange und im „dynamometamorphen" Gabbropegmatit.
3. Die teilweise Chloritisierung von Plagioklas in Gabbropegmatit.
4. Das spurenhafte Auftreten von Titanmineralen und brauner Hornblende im Carcaro und im Nephritgange L 47 sowie von Prehnit und Zirkon im Carcaro.

II. solche, welche für die Kalkowsky'sche Theorie sprechen.

1. Die nachgewiesene Carcarisierung und Nephritisierung von Harzburgit, Chlorit und Chrysotil.
2. Das mehrfach beobachtete Vorkommen von sekundärem Pyroxen und Strahlstein.
3. Das Fehlen von normalen Eruptivstrukturen in den Carcaro- und Nephritgängen.
4. Das Streichen dieser Gänge in hercynischer Richtung, welche jünger ist als die Eruptionsphase, der der Gabbro angehört.
5. Das Fehlen von auf Eruptivgänge hinweisenden Akzessorien im brecciösen Carcaro, in den Nephrit-Asbestgängen und im nephritischen Strahlstein des Ganges L 47.

Beide Gruppen von Tatsachen stehen einander gegenüber. Versuchen wir deshalb, sie miteinander in Einklang zu bringen und so zu einer richtigen Beantwortung der Entstehungsfrage der Harzburger Nephritgesteine zu gelangen.

Die Uhlig'sche Theorie stützt sich besonders auf die Umwandlung von primärem Augit in Carcaro, auf die Nephritisierung von Carcaro und auf den Gehalt des Nephrites (L 47) an Akzessorien, welche aus Pyroxenitgängen stammen sollen. Sie hat durch den Nachweis der Chloritisierung von Plagioklas eine neue Stütze erhalten. Ohne Zweifel sind das sehr gewichtige Argumente, und die Theorie erscheint, was als Vorzug gelten kann, sehr einfach. Tatsächlich wird sie aber nicht allen Verhältnissen gerecht.

Da der brecciöse Carcaro, die Nephrit-Asbestgänge und z. T. mehrere Kilo schwere Blöcke von nephritischem Strahlstein im Nephritgange L 47 frei von Akzessorien zu sein scheinen, die auf eine Beteiligung von Eruptivgangmaterial hindeuten würden, so sind sie wohl ganz unter Ausschluß von solchem, und zwar lediglich aus Harzburgit, entstanden. Dazu mußte aber der notwendige Kalk von außen zugeführt werden, denn der Harzburgit enthält nach Streng beispielsweise nur 0,18 %, und Gabbrogesteine pflegen keine löslichen Kalksalze zu liefern. Da ferner für die Carcarogänge, den Nephritgang L 47 und die Nephrit-Asbestgänge wegen gleichen Streichens und meist gleichen Fallens eine genetische Zusammengehörigkeit in Betracht kommt, die überdies noch durch die Carcarisierung von Harzburgit in den Breccien bestätigt erscheint, so ist — wenn überhaupt — auch für alle drei Arten von Gängen eine Kalkzufuhr von außen anzunehmen.

Diejenigen Teile des Carcaro und des Nephrites, welche Eruptivgangakzessorien enthalten, müssen außerdem noch Material aus Eruptivgängen aufgenommen haben. So wäre auch die ungleichmäßige Beschaffenheit der Carcarogänge und des Nephritganges L 47 zu erklären, die durch Einmengung von Harzburgitbrocken noch erhöht wird.

Bezeichnend ist es, daß unseren Gesteinen normale Eruptivstrukturen völlig abgehen, während selbst die Linsen des „dynamometamorphen“ Gabbropegmatit solche noch aufweisen, ja selbst Uhlig's schmale Ader von Prehnitcarcaro den Prehnit und den Carcaro noch mit eckiger Begrenzung ihrer Mutterminerale zeigte (1910 a, p. 98), und endlich der Harzburgit noch massenhaft wohldifferenzierte Kristalloide von Bastit und hie und da abgegrenzte saussuritisierte Plagioklase enthält, obgleich er allen postvulkanischen Einwirkungen von Anfang an ausgesetzt war. Es kann deshalb auch kaum angenommen werden, daß 30—40 cm mächtige Pyroxenitgänge unter völliger Verwischung ihrer Struktur zu Chloritcarcaro umkristallisiert sein sollten. Die auf den Bronzitperidotit einwirkenden postvulkanischen Agentien allein reichten wohl nicht aus.

Ich möchte nunmehr über den Entstehungsvorgang unserer Nephritgesteine einschließlich des Carcaro folgendes aussagen:

Durch die vielen hercynischen Spalten im Harzburgit wurden vermutlich manche der zahlreichen gabbroiden Gänge betroffen und bloßgelegt, so daß eindringende, unter Druck stehende heiße Kalklösungen gleichzeitig auf Harzburgit und Gänge einwirken konnten. Die Gänge wurden dabei teilweise carcarisiert, nephritisiert oder gar zu völligem Zerfall gebracht, während ihr Material sich dem in Carcarisierung und Nephritisierung begriffenen Harzburgit beimischte. Auf das Eindringen solcher Lösungen möchte ich den größten Nachdruck legen, da anders eine Carcarisierung und Nephritisierung von Harzburgit kaum zu erklären wäre. Unter geeigneten Bedingungen fand Nephritisierung von Carcaro statt. Bei all diesen Vorgängen dürften vom Harzburgit ausgeschiedene Magnesialösungen, gelegentlich auch eingemengte Harzburgitbrocken, am Aufbau der Nephritgesteine teilgenommen haben. In diesem Zusammenhange sei auch noch des Bleiglanzeinschlusses in Carcaro gedacht, der wohl aus den Kalklösungen stammt (1915, p. 435).

Die Frage nach der Herkunft des Kalkes ist nicht mit Sicherheit zu beantworten. Wir finden aber im Augitnorit am Radauberge große Mengen Kalkspat, der thermaler Entstehung sein dürfte. Könnte der Kalk für die Nephritgesteine nicht aus derselben, uns allerdings unbekannten Quelle stammen? Tatsächlich ist der Harzburgit von kalkreichen Gesteinen, von denen ich z. B. Granit im Auge habe, umgeben, so daß ein Eindringen von Kalklösungen an sich nichts Befremdliches bieten kann. Da hierbei Kohlensäure mit im Spiel gewesen sein müßte, würde dies mit der Annahme im Einklang stehen, daß der Dioritquarz durch überhitzte Magnesiumbikarbonatlösungen zerstört wurde.

Wenn wir trotz Voraussetzung thermaler Karbonate im Harzburgit außer Spuren von Malachit, welchen ich für eine Oberflächenbildung ansehe, keine Karbonate finden, so können solche meines Erachtens bei der ungewöhnlich starken Zerklüftung des Harzburgites gelöst und fortgeführt worden sein.

Übrigens ist es auch fraglich, ob bei der Carcarisierung und Nephritisierung von Serpentin in jedem Falle Karbonate entstehen mußten, vielmehr nicht auch alle Kohlensäure frei werden konnte. Es wäre aber auch denkbar, daß sich im Harzburgit noch „Calcit-Nephrit“ wie in Ligurien fände (1906, p. 52).

Ich halte es für angezeigt, hier noch einmal darauf zurückzukommen, inwieweit bei der Entstehung des Nephrites dynamische Vorgänge mitgewirkt haben.

Zunächst sei hier schon auf die unter 3. angedeutete Tatsache hingewiesen, daß die Carcarogänge abgesehen von schmalen Strahlsteineinfassungen frei von eigentlichem Nephrit zu sein scheinen. Uhlig meint, daß der nach ihm eruptive Pyroxenit dann zu Nephrit umgewandelt sei, wenn zu den hydrochemischen Vorgängen, die den Pyroxenit in Carcaro umsetzten, noch dynamische hinzugetreten seien; bei dem Nephritgange sei der Gebirgsdruck durch mahlende Bewegung der angrenzenden Schollen in Erscheinung getreten (1914 a, p. 479). Den dynamischen Vorgängen wird also für die Nephritbildung eine ausschlaggebende Bedeutung zugesprochen. Ich habe Uhlig's Ansicht schon früher (1915, p. 438) nicht teilen können und darauf hingewiesen, daß auf seinen Carcarogang ähnlich starker Druck eingewirkt haben müsse, wie auf den Nephritgang, da beide Gänge in demselben Spaltensystem und zu nahe beieinander lägen, und dann ja betreffender Carcarogang auch nephritisiert sein müsse. Die jetzt festgestellte Verquetschung von Gabbropegmatit zu Linsen in unmittelbarer Nachbarschaft der Carcarogänge, besonders aber deren teilweise eigene Verquetschung läßt intensiven Gebirgsdruck auch auf diese Gänge als sicher annehmen. Wenn wir nun noch in Betracht ziehen, daß selbst in den untersuchten Gabbrolinsen viel Carcaro erhalten geblieben ist, so kann man für die Nephritisierung von Carcaro dynamische Vorgänge kaum noch verantwortlich machen.

Am Nephrit-Asbestgang L 100 hatte ich ferner bereits erkannt, daß die Nephritisierung des Harzburgites die angezogenen dynamischen Vorgänge überdauert habe, demnach unabhängig von ihnen vor sich gehen konnte. Auch sei daran erinnert, daß die Nephritknöllchen umschließenden Asbestgänge, welche unmittelbar aus Harzburgit hervorgingen, lang, schmal, gerade und unverknetet sind, man also bei ihnen abgesehen von Harnischen an den Salbändern keine Merkmale von Gebirgsdruck wahrnehmen kann.

Übrigens sagt Uhlig bei Erörterung des Zusammenvorkommens von Nephrit mit Serpentin: „Soweit Druck bei der Bildung des Nephrits in Betracht kommt, handelt es sich um ganz örtliche Vorgänge, so daß gewöhnlich nicht einmal die benachbarten Serpentine in nennenswerter Weise zu Serpentinschiefern umgewandelt zu sein pflegen. Demnach dürfte der Nephrit höchstens in einer geringen Zahl von Fällen als Produkt der Regionalmetamorphose oder der eigentlichen Dynamometamorphose anzusprechen sein“ (1914 a, p. 476).

Daß endlich Gebirgsdruck selbst zur Entstehung der wirrfaserigen Textur des Nephrites nicht unbedingt nötig war, beweist folgende Überlegung: Denkt man sich im Harzburgit, wie es durch die Nephritisierung der im Bastit vorhandenen Serpentinkörnchen sichtbar geworden ist (1915), viele Entstehungspunkte, um die sich Strahlsteinfasern richtungslos gruppieren, so ist die Erklärung für die Entstehung eines Filzes gegeben.

Hier sei noch kurz der Begriff „Druck“ in bezug auf die vorliegenden Verhältnisse erläutert: Ein Gestein kann unter Druck stehen, ohne Bewegungen machen zu müssen, ebenso kann eine Lösung unter Druck auskristallisieren (statischer Druck). Solche Art Druck ist bei der Entstehung der Nephritgesteine sicherlich vorhanden und vonnöten gewesen.

Was sich dagegen an unserem Fundort an Druckwirkungen in den verschiedensten Formen zu erkennen gibt, läßt auf Gebirgsbewegungen (gerichteter Druck, Scherbewegungen) schließen, die den Carcaro vielfach in kantige Bruchstücke verwandelten, im Nephrit Knetstruktur hervorbrachten, Nephritfasern hin und her bogen und verfilzten, Harzburgit- und Carcarobrocken in Nephrit einkneteten und am Nephritgange wie auch an anderen Gängen unseres Fundortes Harnische und Friktionsstreifen erzeugten.

Diese Druckwirkungen erscheinen mir aber nicht beweisend für eine Nephritisierung von Pyroxenit zu sein, da sie wohl alle erst dann auftraten, als die Nephritsubstanz bereits vorhanden war. Ich möchte dagegen glauben, daß gerichteter Druck die in Rede stehenden Bildungsvorgänge gefördert, ja die Metamorphose des „dynamometamorphen“ Gabbropegmatites erst veranlaßt haben wird.

Die Faserserpentingänge endlich dürften als jüngere oder als mit den Nephritgesteinen etwa gleichalterige Bildungen und als Ausscheidungen aus dem Harzburgit anzusehen sein. Die plattige Absonderung des Faserserpentins ist vielleicht so zu erklären, daß zwischen den Platten ursprünglich thermaler Kalkspat abgesetzt wurde, der später wieder verschwand.

Die mineralogisch-chemischen Vorgänge, welche sich im Harzburgit abgespielt haben, sind, wie gezeigt wurde, von außerordentlicher Mannigfaltigkeit. So ist es auch begründet, daß für die Entstehungstheorie der Harzburger Nephritgesteine besonders zahlreiche Gesichtspunkte in Betracht zu ziehen sind. Deshalb vermag dieses Vorkommen aber auch manche Fingerzeige für die Erforschung anderer Nephritvorkommnisse zu bieten.

Literatur.

1854. Bischof, Lehrb. der chem. u. phys. Geol. II a. (1854.) p. 1263.

1862 a. A. Streng, Neues Jahrb. für Min., Geogn., Geol. u. Petrefaktenkunde. 1862.

1862 b. Bull. géol. (2.) **19**. 81. 1862.

1882. K. A. Lossen, Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1882. **21**.

1887. — Ebenda. 1887. **31**.

1888. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1888. **40**. p. 593.

1897 a. G. Lunge und C. Milberg, Über das Verhalten der verschiedenen Arten von Kieselsäure zu kaustischen und kohlensauren Alkalien. Zeitschr. f. angew. Chemie. 1897. p. 393.

1897 b. A. G. Högbom, Bull. of the Geol. Institution of Upsala. **3**. Part 2. No. 6. 1897.

1898. G. Specia, Contribucioni di Geologia chimica. Verschiedene Abhandlungen in den Atti Reg. Akad. d. Science di Torino. 1898 u. 1900.

1900. M. Glasenapp, Theoretische Erörterungen über Kalksandsteinfabrikation. Tonindustrie-Zeitung. 1900. p. 1703.

1904. F. Rinne, Zur chemischen Reaktionsfähigkeit von Quarz. Dies. Centralbl. 1904. p. 334.

1905. O. H. Erdmannsdörffer, Über Bau und Bildungsweise des Brockenmassivs. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1905. **36**.

1906 a. E. Kalkowsky, Geologie des Nephrites im südlichen Ligurien. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. **58**. p. 307—378. 1906.

1906 b. A. Bygdèns, Bull. of the ... (Vide 1897 b). **7**. 1906.

1906 c. O. H. Erdmannsdörffer, Beiträge zur chem.-petr. Kenntnis des Brockenmassivs. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1906. **27**.

1908. G. Steinmann, Die Entstehung des Nephrits in Ligurien und die Schwellungsmetamorphose. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Bonn. Sitzung vom 13. Januar 1908.

1909. J. Fromme, Chem.-min. Notizen aus dem Radautale. Tscherm. Min. u. petr. Mitt. 1909. p. 306.

1910 a. J. Uhlig, Nephrit aus dem Harz. N. Jahrb. f. Min. etc. II. p. 80 —103. 1910.

1910 b. P. J. Holmquist, The Archaean geology of the coast regions of Stockholm. No. 15 in Guides des Excursions en Suède. Stockholm 1910. p. 52/53.

1910 c. Geol. Förer in Stockholm Förhandl. **32**. Heft 4. April 1910.

1912. L. Finckh, Zur Nephritfrage. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. **64**. p. 18—24.

1913. J. Fromme, Der Harzburger Nephrit. 6. Jahresber. Ber. des Niedersächs. Geol. Ver. Hannover. Vortrag in Goslar. 28. März 1913.

1914 a. J. Uhlig, Der Nephrit von Harzburg. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 450—481. 1914.

1915. J. Fromme, Über die Entstehung des Nephrites und des Carcaro von Harzburg. Dies. Centralbl. Jahrg. 1915. No. 14. p. 431—445.

Herr Prof. Dr. O. H. Erdmannsdörffer hat vorstehende Arbeit in zuvorkommendster Weise einer Durchsicht unterworfen, das Untersuchungsmaterial nachgeprüft und einige wichtige Verbesserungsvorschläge gemacht. Ich spreche ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Systematik der Eruptivgesteine.

Von **Paul Niggli.**

Mit 1 Textfigur.

In letzter Zeit sind zwei wichtige Arbeiten (**1** u. **2**) aus dem Gebiet der Eruptivgesteinskunde erschienen, die es mir wünschenswert erscheinen lassen, Resultate eigener Untersuchungen, die auf Jahre zurückgehen, in einer vorläufigen Notiz zu veröffentlichen[1].

Wie ich bereits in einer 1919 erschienenen Arbeit (**6**, p. 180) erwähnt habe, bin ich mit einem Sammelwerk über petrographische und mineralogische Provinzen beschäftigt. Die Arbeit mit Hunderten von Differentiationsdiagrammen ist nahezu abgeschlossen, der Druck wird aber bei den jetzigen Verhältnissen nicht so rasch erfolgen können. Im Verlauf dieser Arbeit haben sich naturgemäß neue Gesichtspunkte für die Systematik der Eruptivgesteine ergeben, Gesichtspunkte, die bereits in einem demnächst erscheinenden „Lehrbuch der Mineralogie“ kursorisch Berücksichtigung erfahren haben.

Ich hielt es für am zweckmäßigsten, die gesamten Befunde in einer Publikation zu vereinen, da nur eine eingehende Diskussion das Zwingende in der Darstellung zeigen kann. Wenn ich nun von diesem Vorsatz abweiche, so liegt der Grund darin, daß die zwei oben genannten Arbeiten erschienen sind, die sehr viele Berührungspunkte mit meiner Arbeit haben und die sicherlich große Beachtung erfahren werden.

Ähnlich wie Osann habe auch ich Typen des magmatischen Chemismus aufgestellt, ähnlich wie Hommel hat sich mir eine teilweise Neueinteilung der Gesteine ergeben, basierend auf physikalisch-chemischen Erwägungen und unter Berücksichtigung der natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen. Eine neue Analysenberechnung und graphische Darstellung ist bereits in drei Publikationen angewandt worden (**3**; **6**; Lehrbuch). Bei vielen Berührungspunkten, besonders mit der Arbeit von Hommel, sind auch viele Abweichungen zu verzeichnen, und es mag den jetzt petrographisch tätigen Forschern erwünscht sein, wenigstens auszugsweise einige meiner Resultate kennen zu lernen.

Selbstverständlich kann ich hier in eine Erörterung des „warum“ nicht eintreten; wo es möglich ist, verweise ich auf ältere Arbeiten von mir, um wenigstens Andeutungen dafür zu geben.

---

[1] Die fetten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

Die Berechnung der Werte *si, al, fm, c, alk, k, mg* ist bereits (in **4**, p. 127 u. **6**, p. 180) erläutert. Alle Daten, die Hommel für wichtig hält, ergeben sich aus meinen Werten ebenfalls [1]. Der Vorteil der Darstellung im Dreieck, Tetraeder oder in Differentiationsdiagrammen braucht hier nicht näher erläutert zu werden, er wird dem, der damit arbeitet, bald erkenntlich sein.

Dem Chemismus nach habe ich die Tiefengesteine in Familien zusammengefaßt unter möglichster Anlehnung an die Rosenbusch-sche Benennung. Kennt man einige wenige chemische Beziehungen zwischen den Mineralien (siehe z. B. **7**, p. 62 u. Lehrbuch), so lassen sich die möglichen Mineralbestände daraus leicht ableiten. Die wichtigsten finden sich in den Tabellen 1—3 zusammengestellt.

Der eingehende Vergleich der Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Gesteinen petrographischer Provinzen zeigte mir, daß drei Haupttendenzen auseinander zu halten sind, deren charakteristische Produkte ich der Kürze halber bezeichne als gehörig zur:

I. Kalk-Alkalireihe = gabbrodioritische Reihe (pazifischer Provinzialtypus s. str.),

II. Natronreihe = foyaitisch-theralithische Reihe (atlantischer Provinzialtypus s. str.),

III. Kalireihe = syenitisch-(monzonitisch-) shonkinitische Reihe (mediterraner Provinzialtypus s. str.).

Es ist interessant, daß diese drei Reihen nahezu denen von Hommel (**2**, p. 100) entsprechen. Doch hat Hommel weiterhin davon keinen Gebrauch gemacht. Auch bei mir nimmt die III. Reihe eine Zwischenstellung zwischen den extremen I und II ein. Selbst physikalisch-chemisch ist meine Begründung eine ähnliche, wie ich übrigens bereits in **5**, p. 645 ausführte. Doch lege ich das Hauptgewicht auf die Verschiebung der chemischen Gleichgewichte in der flüssigen Phase (**7**, p. 57 ff.), ohne die Mitwirkung von Kristallisationsvorgängen in sehr vielen Fällen abstreiten zu wollen. Nur ist zu beachten, daß viele Faktoren die chemischen Gleichgewichte verschieben können. (Über Differentiation siehe **8** u. **3**, p. 123 ff.)

Die drei Reihen lassen sich physikalisch-chemisch und mineralogisch kurz folgendermaßen charakterisieren:

I. Hauptreihe. Kalk-Alkalireihe.

Unter der Silifizierungs- bezw. Entsilifizierungsreaktion spielt nur (siehe **5** u. **7**) die Reaktion:

$$SiO_2 + [SiO_4]R_2 \rightleftarrows [SiO_4 . SiO_2]R_2$$

(R = Fe, Mg) für die Deutung des Mineralbestandes eine Rolle. Sonst bleibt so viel SiO_2 übrig, daß die höchstsilifizierten Alumosilikate auftreten und keine Feldspatstellvertreter oder Alkaliaugite bezw. Alkalihornblenden auskristallisieren. Während des ganzen

[1] z. B. die Quarzzahl. Das Verhältnis der Feldspatmolekeln kann aus der Projektion ebenso abgelesen werden usw.

Verlaufes der Differentiation sind die Gleichgewichte, wie wir sie unter II kennen lernen werden, nach rechts verschoben. Biotit tritt allerdings auf, aber beherrscht die Differentiation nicht in dem Maße, wie es die von ihm abhängigen Reaktionen in der III. Reihe tun.

Über olivinreiche Gesteine gelangt man zu Gesteinen reich an Augiten oder Hornblenden und kalkreichen Plagioklasen (Gabbros, Norite). Dann nimmt der Albitanteil im Plagioklas zu, Biotit tritt häufiger auf (Diorite); schließlich beginnen neben natronreichem Plagioklas Orthoklas und Quarz eine dominierende Rolle zu spielen (Quarzdiorite, Granite). Anorthositische Gesteine zweigen sich als Teilserie von Ossipiten und Forellensteinen ab. Typische alte Magmaprovinzen von diesem Charakter findet man in den Grundgebirgen von fast ganz Festlandseuropa (Alpen, Harz, Odenwald, Erzgebirge usw.). Die z. T. jüngeren petrographischen Provinzen der Sierra Nevada, des Electric Peak's, des Lassen Peak's von Nordamerika, der Kleinen Antillen stellen ebenfalls Musterbeispiele dar. Diagramme von Differentiationen mit vorwiegend diesem Charakter sind beispielsweise die Diagramme vom Gotthardmassiv (6, p. 205) und vom Electric Peak (4, Fig. 122, p. 233).

II. Natronreihe.

Jetzt werden (4 u. 5) Reaktionen vom Charakter:

$$2\,SiO_2 + \left[SiO_4\right]^{Al}_{Na} \rightleftarrows \left[SiO_4 \,.\, SiO_2 \,.\, SiO_2\right]^{Al}_{Na}$$

nach links hin verlaufend von großer Bedeutung. Das heißt: im Verlaufe der Differentiation verschieben sich Gleichgewichte dieser Art so weit nach links, daß Feldspatstellvertreter auskristallisieren können und durch Wanderungen daran reiche Gesteine entstehen. Auch Molekeln $\left[SiO_4 \,.\, SiO_2\right]^{Fe}_{Na}$ usw. kommen in größerer Konzentration vor. Von basischen Gesteinen ausgehend tritt mit zunehmendem Kieselsäuregehalt Plagioklas zurück, während Nephelin und Verwandte, sowie Lepidomelan, Alkaliaugite, Alkalihornblenden wesentlich werden. Die letzteren beiden reichern sich in den Evisiten (Riebeckit-Ägiringraniten und -Syeniten, Lujavriten, Osannithornblenditen usw.) oft stark an.

Provinzen von ausgesprochenem atlantischen Charakter sind unter anderem das Kristianiagebiet, das Ijolithgebiet von der Halbinsel Kola, das Gebiet von Julianehaab in Grönland, Essex County in Nordamerika, manche Teile von Madagaskar, die Gegend von Rio de Janeiro in Brasilien, der Sierra de Monchique auf der Iberischen Halbinsel. Viele tertiäre Vulkangebiete hauptsächlich der Umrahmung des Atlantischen Ozeans sind Natronprovinzen. Die ostafrikanischen Eruptivgesteine, die Gesteine von Madeira, die Gesteine des Böhmischen Mittelgebirges, die meisten deutschen Basalte sind hierher zu rechnen. An seltenen Eruptivgesteinsmineralien, an Variabilität der Mineralassoziationen sind diese Provinzen reicher als die pazifischen.

Teildiagramme zeigen die Fig. 19, **6**, p. 210 (Hegau) und Fig. 131, **3**, p. 241 (evistisch-pantelleritisch).

III. Kalireihe.

In sehr vielen Beziehungen nimmt diese Reihe physikalisch-chemisch und auch mineralogisch eine Zwischenstellung ein. Ähnlich dem Natronalumosilikat kann das Kalialumosilikat zerfallen, nur wiegt hier

$$[SiO_2] + \left[SiO_4 \, . \, SiO_2\right]^{Al}_{K} \rightleftarrows \left[SiO_4 \, . \, SiO_2 \, . \, SiO_2\right]^{Al}_{K}$$

offenbar vor. Aber nun kann sich bei Anwesenheit von H_2O ein Doppelsalz mit Olivinmolekeln bilden: der Biotit. Dessen Konzentrationsverhältnisse scheinen wenig vom SiO_2-Gehalt abhängig zu sein. Wiegt nun Kali vor, so entstehen durch unvollständige Differentiation die Gesteine dieser Reihe. Sie zeigen daher Anklänge sowohl an den pazifischen als auch an den atlantischen Typus. Sie finden sich häufig mit beiden vergesellschaftet, können aber auch ganz ausgesprochen selbständige Provinzen bilden. Hier ist immer an die Beziehungen Biotit + Orthoklas = Leucit + Olivin und an die Pseudoleucitbildung zu denken. Tut man dies, so wird man die Verwandtschaft zwischen Quarzsyeniten, Syeniten, Monzoniten, Shonkiniten und manchen Lamprophyren leicht verstehen. Gegen hohen *si*-Gehalt hin verwischen sich die Grenzen mit denen der gewöhnlich granitischen Gesteine. Es erscheint als ganz selbstverständlich, daß in einem großen Granitherd sekundäre Differentiationen syenitische und monzonitische lamprophyrische Gesteine erzeugen können. Anderseits steht die III. Gesteinsreihe über die foyaitischen (leucitsyenitischen) Gesteine mit der atlantischen Provinz in Verbindung, so daß auch etwa die Assoziation Granit-Syenit-Monzonit-Foyait Verwirklichung erlangt. Nehmen wir die Kenntnis der wichtigen Gesteinsnamen vorweg, so ergibt sich etwa der durch das Schema Fig. 1 dargestellte hauptsächlichste Zusammenhang der drei Reihen, wobei von der Berücksichtigung einiger untergeordneter assoziativer Verbandsverhältnisse abgesehen wurde. *si* nimmt nach links hin ab.

Auf die auch von Hommel mehrfach benutzte Beziehung des Leucites zu Tiefengesteinsmineralien habe ich in **3**, p. 207 hingewiesen. Über die Hornblendebildung siehe **3**, p. 207 und **9**. Sicher ist, daß diese III. Reihe in bezug auf Erhaltung der chemischen Typen die unstabilste ist, da sie gerne in andere übergeht und zerfällt. Auch scheinen typisch abyssische Gesteine fast ganz zu fehlen. Das bedeutet, daß die zur Erhaltung derartiger Chemismen nötigen Verhältnisse nur unter besonderen Bedingungen vorhanden sind.

Provinzen derartiger Gesteine findet man in den Highwood Mountains, den Little Belt Mountains und dem Abasaroka Range von Nordamerika. Besonders charakteristisch sind die Erguß-

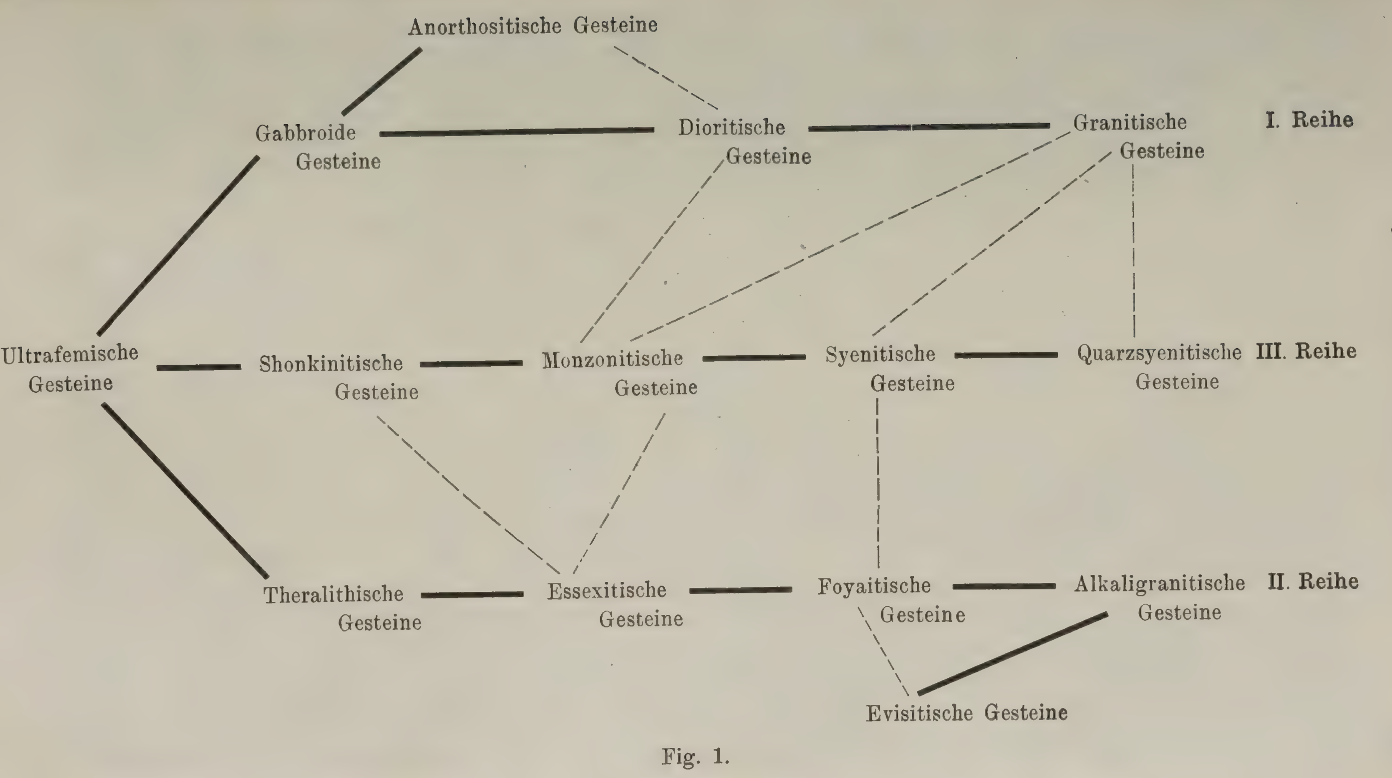

Anorthositische Gesteine
Gabbroide Gesteine
Dioritische Gesteine
Granitische Gesteine
I. Reihe
Ultrafemische Gesteine
Shonkinitische Gesteine
Monzonitische Gesteine
Syenitische Gesteine
Quarzsyenitische Gesteine
III. Reihe
Theralithische Gesteine
Essexitische Gesteine
Foyaitische Gesteine
Alkaligranitische Gesteine
II. Reihe
Evisitische Gesteine

Fig. 1.

gesteinsprovinzen von Mittelitalien, der Leucite Hills von Wyoming (Nordamerika), der Vulkane Pic de Maros auf Sumatra und Mount Mourah auf Java. Es sind das Hauptvorkommnisse des Minerals Leucit. Einen Übergang zu den atlantischen Gesteinen, diesen näherliegend, stellt die Vulkanprovinz des Laacher Seegebietes (Rheinlande) dar (Leucit, Hauyn, Sodalith, Nosean, Sanidin, Nephelin). Einen ähnlichen Übergang findet man in den Gesteinen des Magnet Cove von Arkansas. Die Syenitprovinz von Meißen (Sachsen) schließt sich pazifischen Assoziationen an, wie in mehr sekundären Differentiationen (z. B. lamprophyrischen Abspaltungen) großer Granitgebiete häufig Differentiationstendenzen der III. Gruppe Verwirklichung erlangen. Sammeltypen verschiedener Gesteine sind das Monzonigebiet von Südtirol, die Crazzy Mountains von Nordamerika. (Im großen und ganzen Differentiation in Richtung der durchbrochenen Linien von Fig. 1). Es ist überhaupt nicht zu folgern, daß die Gesteine der drei Provinzen immer getrennt vorkommen müssen. Die eine oder andere Ausbildung hängt nach unseren Darlegungen wesentlich von der Art der innermagmatischen Gleichgewichte ab, und diese können in einem Magmaherd temporal oder lateral (in der Zeit oder im Raum) den äußeren Bedingungen entsprechend wechseln. Auch sind die magmatischen Provinzen nicht immer ausgesprochen von einem Typus. Alle möglichen Übergänge lassen sich an Beispielen belegen. Außerdem zeigt jede petrographische Provinz noch einen individuell-regionalen Charakter, der oft auch in den Mineralassoziationen seinen Ausdruck findet. Hinsichtlich aller Einzelheiten muß auf später verwiesen werden. Diagramme findet man in **3**, p. 134 (Little Belt Mts.), **6**, Fig. 11 und 12, p. 208—209 (Unterengadin z. T.).

Schon die einzelnen Familien lassen sich in chemischer Beziehung e i n d e u t i g gegeneinander abgrenzen. Nur muß man sich, um natürliche Grenzlinien zu bekommen, auf das gesamte vorhandene Analysenmaterial stützen, wobei einige Grenzgesteine verschoben werden. Man darf nicht willkürlich das Eruptivfeld in gleich große Teile trennen. Die eine (natürliche) Familie hat eine größere Variationsbreite als die andere. Jede Familie zerfällt weiterhin in Typen, für die hinsichtlich der chemischen Abgrenzung das gleiche gilt.

Auf die ganze Bearbeitung des statistischen Materials kann hier nicht eingegangen werden, ich will nur die Mittelwerte der wichtigen Typen für die drei Reihen tabellarisch zusammenstellen (Tabelle 4—6), wobei ungeteilt die ultrafemischen Gesteine der I. Reihe zugeordnet sind. Betrachtet man die Isofalieverhältnisse (siehe **6**), die Differenzen $al - alk$, die Abhängigkeit von al und fm vom si-Gehalt, die Abhängigkeit der k- und mg-Werte von si und voneinander, so wird man leicht die einzelnen Reihen chemisch charakterisieren können.

Was nun die Gang- und Eruptivgesteine betrifft, so müssen sie meiner Ansicht nach den chemisch zugehörigen oder verwandten Tiefengesteinen angegliedert werden, in noch strengerem Sinne als das ROSENBUSCH getan hat. Die HOMMEL'sche Klassifikation ist in dieser Beziehung inkonsequent, denn das rasche Erstarren der sich kaum mehr differentiierenden Ergüsse hat, auch wenn man HOMMEL's hypothetischen Schlußfolgerungen über den Mechanismus der Differentiation zustimmt, nichts zu tun mit der Geschwindigkeit der Differentiationssonderungsprozesse. Wohl kann für die verschiedenen Differentiationsprozesse selbst wieder normalerweise die Tiefe eine maßgebende Rolle spielen. Aber sie ist nur einer der vielen bestimmenden Faktoren. Die Klassifikation in Tiefengesteine, Ganggesteine und Ergußgesteine bezieht sich auf die Ortslage (bezw. die Verhältnisse) bei der Schlußerstarrung, nicht auf die Ortslage der Differentiation. Der chemische Bestand braucht von diesen letzten Bedingungen nicht mehr abhängig zu sein, mit ihnen stehen Form der Lagerstätte, Mineralbestand, Struktur und Textur in Beziehung. Davon, daß eine Zuordnung dieser Art möglich ist, habe ich mich überzeugt. Daß einige Typen mit Tiefengesteinscharakter selten sind, spricht nicht dagegen. Der Gruppe der Lamproite (lamprophyrische Ergüsse) kann auch unter den Tiefengesteinen (in gewöhnlichem Sinne) ein Platz gelassen werden, da schlierenartige Produkte ähnlicher Zusammensetzung mit Tiefengesteinscharakter vorkommen können. Über die Zuordnung der Gang- und Ergußgesteine im großen geben die Tabellen 1—3 Auskunft.

Um die weniger bekannten Typennamen zu erläutern, seien zum Schluß noch einige Gesteine genannt, die dazu gehören.

Aplitgranite: z. B. aplitischer Ilsesteingranit (Harz); Biotitgranit, Stolpen (Lausitz).

Engadinite: z. B. Tunagranit, Småland; Kerngranit, Brockenmassiv; Plattamalagranit (Engadin).

Yosemitite: z. B. Biotitgranit, Amtshainersdorf, Lausitz; Biotitgranit, Yos. Valley, Californien.

Opdalite: z. B. Opdalit, Opdal Inset (Norwegen); Quarzmonzonit, Vadret da Roseg (Engadin).

Trondhjemite: z. B. Trondhjemit, Opdal Inset (Norwegen).

Plagioklasgranite: z. B. Granodiorit, Indian Valley, Californien.

Ossipite: z. B. Ossipit, Black Cascade, Tripyramid Mts. N. H.; Forellenstein, Neurode (Schlesien).

Natronsyenite: z. B. Na-Syenit, Kiirunavaara (Schweden).

Evisite: z. B. die Ägirin- und Riebeckitgranite und -syenite von Evisa (Corsica).

Monmouthite: z. B. Monmouthit von Canada.

Nosykombite: z. B. nephelinreicher Covit von Nosykomba, Madagaskar; Canadit von Almunge (Schweden).

Kalk-Alkalireihe Tabelle 1	Mit Quarz; natronreicher Plagioklas vorhanden		Ohne Quarz; mit weit vorwiegendem Plagioklas Alkalifeldspat fehlend od. sehr untergeord. (Mangerit.)	
	Kalifeldspat + natronr. Plag.	Weit vorwiegend natronr. Plag.	Andesin—Labradorandesin	Labradorit—Bytownit
Gew. Augit, Orthaugit, Gew. Hornblende, Biotit } einzeln oder komb.	Jung: Liparite, Rhyolithe, Quarzlatite, Dacite (∓ Andesite) Alt: Quarzporphyre, Quarzporphyrite bis Porphyrite ↑	↑	Andesite Porphyrite ↑	Basalte (Trapp) Labradorporphyrite, Diabase, Melaphyre ↑
In kieselsäurereichen Gesteinen hie und da Muscovit (sekundär-pneumatolytisch)	Granitporphyr Aplit ↑	Quarzdioritporphyrit Plag.-Aplit ↑	Dioritporphyrit ↑ Lamprophyre: Kersantit, Odinit, Malchit	Gabbroporphyrit ↑ Beerbachit
	Granitische Gest. Nur wenn quarzreich Plag. ganz untergeordnet	Quarzführende dioritische Gest. (Quarzdiorite s. l.)	Quarzfreie dioritische Gest. Wenn sehr plagioklasreich	Gabbroide-noritische Gest. ± Olivin = ossipitisch-anorthositisch
al durchwegs $\gg alk$ Im allg. mit sinkendem si sinkendes k und wachsendes mg Isofalie meist bei $si \geqq 180$, oder dann $c \gg alk$	Aplitgranitisch $si > 400$ Engadinitisch etwas höheres fm Für Granodiorite $c : fm$ größer als für Granite Opdalite si 260—200 bei $al \sim fm$ und $c \sim alk$	Gegenüber den granitischen Gesteinen k kleiner, oder wie bei Tonaliten die Differenz $al—alk$ bedeutend größer	Normaldioritische Gesteine si 175—130; $al \sim fm$ $c \gg alk$ ($alk < 16$) $k < 0{,}4$ Gabbrodioritische Gesteine si 160—115; $fm > al$ alk meist 8—12	Normalgabbroide-noritische Gesteine schließen an die dioritischen an In den ossipitischen Gest. $al \sim fm \sim c$ (groß) In anorthositischen Gest. al und c hoch, fm niedrig

Natronreihe Tabelle 2	Ohne Feldspatstellvertreter, ± Quarz Mit weit vorwiegendem Alkalifeldspat Plagioklas ganz fehlend oder sehr untergeordnet	Mit Feldspatstellvertretern ± Alkalifeldspat; ohne Quarz Natronreich: (Nephelin, Hauyn, Nosean, Sodalith, Cancrinit) Wenig oder kein Plagioklas	 + Plagioklas
Vorwiegend oder ausschließlich: Alkali-Augite, Alkali-Hornblenden, Lepidomelan, (Lamprophyllit) – einzeln oder komb.	Comendite, Pantellerite Alkali-Liparite und -Rhyolithe Natrontrachyte Keratophyre (± Quarz) ↑	Phonolithe Rhombenporphyre Nephelinite, Nephelinbasalte z. T. (± Melilith) ↑	Analcimbasalte Alkalibasalte Essexitdiabase Neph. < tephrite, basanite (± Melilith) ↑
Besonders in basischen Gesteinen auch: Gew. Augite (Gew. Hornblenden) Biotit ± Melanit (Jiwaarit)	Alkaligranitporph. Pulaskitporphyr Alkaliaplite: Paisanit, ↑ Bostonit, Grorudit Alkaligranit.-pulaskitische G. Reich an Alk.-Augiten-Hornbl. = evisitisch	Eläolithporphyr, Ijolithporphyr Sölvsbergit ↑ Tinguait Foyaitische Gesteine s. l. (Feldspatarm: Urtite, Lujavrite, Ijolithe, Monmouthite)	Essexitporphyr, Theralithporphyr Lamprophyre: ↑ Camptonit, Polzenit, Monchiquit Essexitische Gesteine Theralithische Gesteine (alkalifeldspatarm) ± Olivin
alk bis zu niedrigem *si* $>=$ *al* *k* oft niedrig. Isofalie bei niedrigem *si*, bis hinunter zu *si* = 100	*c* nur in den Uebergangsgliedern der Natronsyenite etwa über 10, meist sehr klein *mg* im allgemeinen niedrig *fm* in Natronsyeniten und Evisiten oft hoch (als Fe‴); *si* meist über 200	*mg* im allgem. nur in Ijolithen über 0,50, sonst noch klein Meist typisch leukokrat *si* vorwiegend zwischen 200 u. 90 *k* niedrig, unter 0,40	Die Tönsbergite sind *si*-reiche Uebergangsglieder Die Essexite sind vorwiegend isofale Gesteine mit *al* ∼ *alk* (*k* niedrig) Theralithe und Alkaligabbro reicher an *fm* *si* bis unter 50, meist um 100

Kalireihe Tabelle 3	Mit vorwiegendem Kalifeldspat (Orth., Mikroklin; perthitischer Feldsp.) + Quarz (wenn auch oft untergeordnet) Wenig Plagioklas	Ohne Quarz. Mit Kalifeldspat oder Feldspatstellvertretern oder beiden Kalireich (Biotit, Orthoklas, Leucit, Pseudoleucit) Nephelin fehlend oder untergeordnet (Sodalith usw.) Wenig oder kein Plagioklas | + Plagioklas	Fast nur oder ausschließlich dunkle Gemengteile (alle 3 Reihen)
Vorwiegend oder ausschließlich: Biotite Gew. Augite (Orthaugite) Gew. Hornblenden } einzeln oder komb. Untergeordnet: (reichlicher in basischen Gesteinen) Titanaugit Alkali-Augite Alkali-Hornblenden ± Melanit	Trachyliparite Quarzführende Porphyre ↑ Quarzsyenitporphyr ↑ Quarzsyenitische Gesteine	Leucitphonolithe, Lamproite, Leucitite, Leucitbasalte, Trachyandesite, Porphyre, Trachyte, Vulsinite, Arsoite, Vicoite, Leucit<tephrite / basanite z. T., Ciminite Shoshonit, Absarokit, Banakit ↑ ↑ Syenitporphyr, Shonkinitporphyr, Monzonitporphyr ↑ Lamprophyre: Minette, Kersantit / Spessartit, Vogesit, Alnöit ↑ Syenitische Gest. | Monzonitische Gest. ± Olivin Shonkinitische Gesteine ± Olivin	Pikrite ↑ Olivin = Peridotite Augitit, Limburgit ↑ Augit ± Olivin Hornblende Pyroxenite Pyroxenolithe Hornblendite
Differenz $al - alk$ im allgemeinen kleiner als in I. Reihe Mit sinkendem si nicht sinkendes k In si-reichen Gesteinen ist c klein	fm und alk größer als in gleichsauren Gesteinen der I. Reihe. c meist erheblich kleiner si 400 bis gegen 200 k fast durchwegs $> 0,40$	k mit wenig Ausnahmen $> 0,4$ bis über 0,8 In den eigentlich syenitischen Gesteinen alk wenig kleiner als al fm-reich, relativ c-arm die Lampro-Gesteine. c-reich die Borolanite Monzonitische Gesteine sind isofal oder $fm > al$. Von den letzteren kontinuierliche Uebergänge zu den si-armen shonkinitischen Gesteinen	fm oder $fm + c$ weit vorwiegend si niedrig

Tabelle 4.	Kalk-Alkalireihe	si	al	fm	c	alk	k	mg	$\frac{c}{fm}$	Schnitt
Granitische Gesteine	Aplitgranite	460	46	8	5,5	40,5	0,5	0,2	0,67	IV/V
	Engadinite	420	44	12	6	38	0,5	0,25	0,5	IV
	Yosemitite	350	43	14	13	30	0,45	0,33	0,9	V
	Normalgranite	270	35	26	15	24	0,42	0,33	0,58	IV
	Granodiorite	270	39	23	17	21	0,43	0,40	0,74	V
	Opdalite (Quarzmonz.)	215	32	32	18	18	0,50	0,45	0,56	IV
Dioritische Gesteine	Trondhjemite	350	42	12	11	35	0,23	0,27	0,92	V
	Plagioklasgranite	310	42	16	16	26	0,22	0,47	1,00	V/VI
	Tonalite	200	33	33	22	12	0,40	0,50	0,55	IV
	Quarzdiorite	220	31	31	19	19	0,25	0,48	0,61	IV
	Normaldiorite	155	29	35	22	14	0,28	0,48	0,63	IV
	Gabbrodiorite	135	24	43,5	22	10,5	0,28	0,50	0,57	IV
Gabbroide Gesteine	Normale Gabbros und Norite	108	21	52	21	6	0,20	0,55	0,42	III/IV
	Ossipitgabbros	110	28,5	34,5	28,5	8,5	0,12	0,60	0,83	V
	Pyroxenit-Hornblenditgabbros	100	23,5	40,5	31,5	4,5	0,16	0,75	0,78	V
Ultrafemische Gesteine	Pyroxenite — Hornblendite	80	10	60	25	5	0,20	0,65	0,42	III/IV
	Peridotite	60	5	90	4	1	?	0,9	?	I
Anorthositische Gesteine	Anorthositgabbros	130	37	22	33	8	0,1	0,55	1,5	VI/VII
	Labradorfelse	145	47	7	33	13	0,12	0,45	4,7	IX

Tabelle 5.	Natronreihe	si	al	fm	c	alk	k	mg	$\frac{c}{fm}$	Schnitt
Alkaligranitische — (pulaskitische) Gesteine	Alkaligranite	400	40	17,5	1,5	41	0,35	0,05	0,09	I
	Nordmarkite — Pulaskite	250	41	15	5	39	0,35	0,28	0,33	III
	Natronsyenite	200	32	29	10	29	0,2	0,3	0,34	III
Foyaitische Gesteine	Normalfoyaite	190	42	12	5	41	0,28	0,2	0,41	III/IV
	Urtite	116	40	11	5	44	0,2	0,2	0,45	IV
	Laurvikite	185	39	18	12	31	0,3	0,27	0,67	IV/V
	Monmouthite	100	38	12	16	34	0,15	0,25	1,3	VI
	Nosykombite	150	33	28	14	25	0,3	0,4	0,5	IV
	Ijolithe	100	25	25	25	25	0,2	0,5	1	V/VI
	Theralithische Ijolithe	90	19	32	32	17	0,2	0,35	1	V/VI
Essexitische Gesteine	Tönsbergite	180	38	20	17	25	0,3	0,3	0,85	V
	Essexite	130	30	30	20	20	0,25	0,3	0,66	IV/V
Theralithische (alkaligabbroide) Gesteine	Essexitgabbros	105	23	43	24	10	0,25	0,45	0,56	IV
	Theralithe	100	19	42	23	16	0,25	0,48	0,55	IV
	Theralithgabbros	90	19	46	23	12	0,25	0,50	0,50	IV
Evisitische (pantelleritische) Gesteine	Evisite	290	25	39	1	35	0,3	0,08	0,0	I
	Lujavrite — Tavite	160	29	28	5	38	0,2	0,2	0,2	II

Tabelle 6.

	Kalireihe	si	al	fm	c	alk	k	mg	$\frac{c}{fm}$	Schnitt
Quarzsyenitische Gesteine	Adamellite	330	37	23	13	27	0,40	0,4	0,57	IV
	Tasnagranite	290	35	28,5	8	28,5	0,45	0,35	0,28	III
	Rapakiwite	380	40	18	9	33	0,5	0,27	0,5	IV
	Granosyenite	260	40	17	10	33	0,45	0,3	0,59	IV
	Syenitgranite	250	30	29	12	29	0,47	0,4	0,41	IV
Syenitische Gesteine	Leukosyenite	178	40	14	11	35	0,55	0,3	0,78	V
	Vesuvite	160	33	20	20	27	0,55	0,4	1	V/VI
	Monzonitsyenite	190	37	23	14	26	0,5	0,35	0,6	IV/V
	Normalsyenite	185	30	30	15	25	0,5	0,4	0,5	IV
	Lamprosyenite	160	25	46	12	17	0,5	0,5	0,26	III
	Lamproite	150	17	48	13,5	21,5	0,8	0,8	0,3	II/III
	Borolanite	130	27	22	30	21	0,7	0,5	1,3	VI
Monzonitische Gesteine	Monzonite	140	30	30	21	19	0,5	0,45	0,6	IV/V
	Yogoite	145	23	37	21	19	0,5	0,55	0,57	IV
	Sommaite	115	24	34	27	15	0,55	0,48	0,79	V
	Lamprosommaite	140	25	44	18	13	0,57	0,63	0,40	III
	Sommaitdiorite	130	23	42	25	10	0,45	0,6	0,6	IV
Shonkinitische (missouritische) Gesteine	Shonkinite	105	17	46	24	13	0,6	0,65	0,52	IV/III
	Missourite	95	15	41	33	11	0,65	0,7	0,81	V

Theralitische Ijolithe: z. B. die meisten Ijolithe von Magnet Cove (Arkansas).

Granosyenite: z. B. Syenit, Highwood Peak (Little Belt Mts.); Biotitgranit von Zadel bei Meißen.

Syenitgranite: z. B. Pontegliassyenitgranit (Aarmassiv); Trachyliparite von Piatigorsk, Kaukasus.

Leukosyenite: z. B. Sodalithsyenit, Square Butte, Highwood Mts.; Leucitsyenite vom Vesuv.

Vesuvite: z. B. Syenit, Bradyville, Idaho; Biotitaugitnephelinsyenit, Papenoo, Tahiti; Leucitsyenit, Albano, Italien.

Lamprosyenite: z. B. Durbachit, Durbach, Schwarzwald; Glimmersyenit, Farenkopf, Schwarzwald.

Lamproite: z. B. Orendit, Wyoming; Fortunit und Jumillit von Murcia als Ergüsse.

Sommaitdiorite: z. B. Olivinmonzonit von Smålinge, Schweden; Biotitgabbro von Hippeln, Harz; Quarzbiotitaugitdiorit, Ole Padde, Harz.

Lamprosommaite: z. B. manche Lamprophyre.

Literatur.

1. A. Osann: Der chemische Faktor in einer natürlichen Klassifikation der Eruptivgesteine. I. Abhandl. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Heidelberg 1919.

2. W. Hommel: Systematische Petrographie auf genetischer Grundlage. Bd. I: Das System. Gebr. Bornträger, Berlin 1919.

3. P. Niggli: Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Preisschriften der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft Leipzig 1920.

4. — Forschungen im Gebiet der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde. Die Naturwissenschaften. Jahrgang 1916. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1919. p. 47.

5. — Gleichgewichte zwischen TiO_2 und CO_2, sowie SiO_2 und CO_2 in Alkali-, Kalk-Alkali- und Alkali-Aluminatschmelzen. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **98**. (1916.) p. 241—326.

6. — Petrographische Provinzen der Schweiz. Vierteljahrschrift d. Naturf. Ges. in Zürich. **64**. (1919.) p. 179—212.

7. — Neuere Mineralsynthesen. II. Fortschr. d. Mineralogie usw. **6**. (1920.) p. 35—66.

8. — Probleme der magmatischen Differentiation. Zeitschrift „Chemie der Erde“. **1**. Heft 2.

9. — Über Verbindungen von extrem leichtflüchtigen mit extrem schwerflüchtigen Komponenten in besonderer Berücksichtigung minerogenetischer Probleme. N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. II. p. 69—99.

Tübingen, Min.-petr. Institut d. Universität, März 1920.

Bei der Redaktion eingegangen am 11. März 1920.

Ein neues anastigmatisches Polarisationsprisma zum Gebrauch als Tubusanalysator im Polarisationsmikroskop.

Von **Arthur Ehringhaus** in Göttingen.

Mit 9 Textfiguren.

Daß der Tubusanalysator im Polarisationsmikroskop eine Verschlechterung des mikroskopischen Bildes verursacht, war den Kreisen der Mineralogen eigentlich schon von jeher bekannt. Schon die Tatsache des Sorby'schen Phänomens genügte, um die Abbildung durch ein Nicol hindurch in einen gewissen Verruf zu bringen [1]. Man hielt aber die mikroskopische Struktur der Mineralien und Gesteine im allgemeinen für zu grob, als daß die Bildverschlechterung durch das Nicol einen wesentlichen Einfluß auf die Beobachtungsergebnisse haben könnte. Über die wahre Größe und die dioptrische Wirkung des Fehlers war man sich jedoch wohl nicht so recht klar. Näheres darüber wurde erst durch Untersuchungen des Zoologen S. Becher [2] bekannt. Eine glückliche Kombination von Versuchsumständen ließ hierbei den Fehler besonders deutlich hervortreten und erleichterte das Erkennen seiner Natur. Becher untersuchte Echinodermenskelette, welche durch Abschleifen präpariert wurden. Der in dem feinen Gerüstwerk der Schliffe mitunter zurückbleibende, aus winzigen Kalkspatteilchen bestehende Schleifstaub bildete ein ausgezeichnetes Probeobjekt. Die zwischen gekreuzten Nicols hell aufleuchtenden Kalkspatpunkte ließen den Hauptfehler der bisher üblichen Tubusanalysatoren als von astigmatischer Natur erkennen. Es zeigte sich nämlich, besonders bequem bei Anwendung stärkerer Okulare, daß die Kalkspatteilchen durch den Tubusanalysator hindurch weder bei subjektiver Beobachtung noch bei photographischen Aufnahmen scharf punktförmig abgebildet werden. Als Bilder ergeben sich vielmehr kurze Striche, die je nach der Einstellung des Mikroskoptubus parallel oder senkrecht zur Polarisationsebene des Analysators verlaufen. Bei einer zwischen den vorigen liegenden mittleren Einstellung des Tubus erhält man unscharf verbreiterte astigmatische Kreuzchen. Als beste Methode zur Beseitigung des Fehlers schlug Becher die Herbeiführung eines telezentrischen Strahlenganges innerhalb des Tubusanalysators vor. Zu diesem Zwecke sollte an Stelle des gewöhnlichen Okulares ein auf Unendlich eingestelltes Fernrohr benutzt werden. Versuche mit einem solchen Okularfernrohr ergaben in der Tat eine vollständige Beseitigung des Astigmatismus. Da aber

[1] Vgl. hierzu z. B. E. A. Wülfing, Ein neues Polarisationsmikroskop usw. Abh. d. Heidelb. Ak. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. 6. Abh. p. 31—34.

[2] S. Becher, Ann. Phys. (4.) 47. 285—364. 1915. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. -9-.

bei diesem Verfahren das Objekt in den vorderen Brennpunkt der Mikroskopobjektive rückt, ergäbe sich die Notwendigkeit, diese auf die Tubuslänge Unendlich, d. h. auf parallelen Strahlenaustritt zu korrigieren. Wegen der zahlreichen hiermit verbundenen kostspieligen Umänderungen werden sich die optischen Werkstätten dazu nur schwer verstehen.

In bequemerer Weise erreichen M. Berek[1] und F. Jentzsch den telezentrischen Strahlengang im Tubusanalysator durch eine vorgeschaltete Negativlinse von passender Brennweite. Um die Parallelstrahlenbündel wieder in der ursprünglichen Bildebene des normalen Mikroskopes zur Vereinigung zu bringen, setzen sie hinter den Analysator eine entsprechend berechnete positive Linse. Diese Anordnung hat vor der Becher'schen den Vorteil, ohne weiteres bei der bisherigen Mikroskop-Optik anwendbar zu sein.

Die Untersuchungen von S. Becher gaben auch dem Verfasser Veranlassung sich seit 1916 mit der Verbesserung der mikroskopischen Abbildung durch Polarisationsprismen hindurch zu beschäftigen. Ohne Kenntnis von dem zuerst 1917 durch eine Patentschrift[2] von E. Leitz bekanntgegebenen anastigmatischen Tubusanalysator nach M. Berek und F. Jentzsch wurden u. a. Versuche angestellt, den Astigmatismus des Nicols durch eine vorgesetzte Negativlinse zu beheben. Als endgültige Ausführung eines anastigmatischen Polarisationsprismas mit telezentrischem Strahlengang wurde jedoch eine in dioptrischer Beziehung bedeutend einfachere Form gewählt. Hierbei ergaben sich zwei Ausführungsarten.

Anastigmatischer Analysator 1. Art. An Stelle der bisher planen Endflächen der Analysatorprismen werden Rotationsflächen 2. Grades angeschliffen, deren Rotationsachse mit der Längsachse des Prismas zusammenfällt. Zum Gebrauch als anastigmatisch korrigierten Tubusanalysator für orthoskopischen Strahlengang wird die Eintrittsfläche eines Polarisationsprismas nach Glan-Thompson sphärisch-konkav gestaltet. Der Krümmungsradius muß dabei so berechnet werden, daß die vom Objektiv kommenden Strahlenbüschel als Parallelstrahlenbündel den Analysator durchsetzen. Um diese wieder nach der gewöhnlichen Bildebene des Mikroskopes konvergieren zu lassen, wird die Austrittsfläche des Analysatorprismas sphärisch-konvex gekrümmt. Die Anordnung eines solchen anastigmatischen Analysators 1. Art in dem Strahlengange eines schwachen Mikroskopobjektives zeigt Fig. 1. Die Beseitigung der astigmatischen Bildfehler gelingt hiermit praktisch vollkommen für alle gebräuchlichen Objektive wie wir weiter unten beweisen werden.

Anastigmatischer Analysator 2. Art. Um die Korrektion geringer sphärischer Abweichungen bis auf den letzten Rest

---

[1] M. Berek, dies. Centralbl. 1919. No. 17 u. 18. p. 275—284.

[2] E. Leitz, Patentschrift 296000 (42 h, 3). 1917.

zu ermöglichen, sowie auch um gewisse Schwierigkeiten bei der Herstellung der Prismen zu umgehen, wurde die Form des anastigmatischen Tubusanalysators gegen die 1. Art etwas abgeändert.

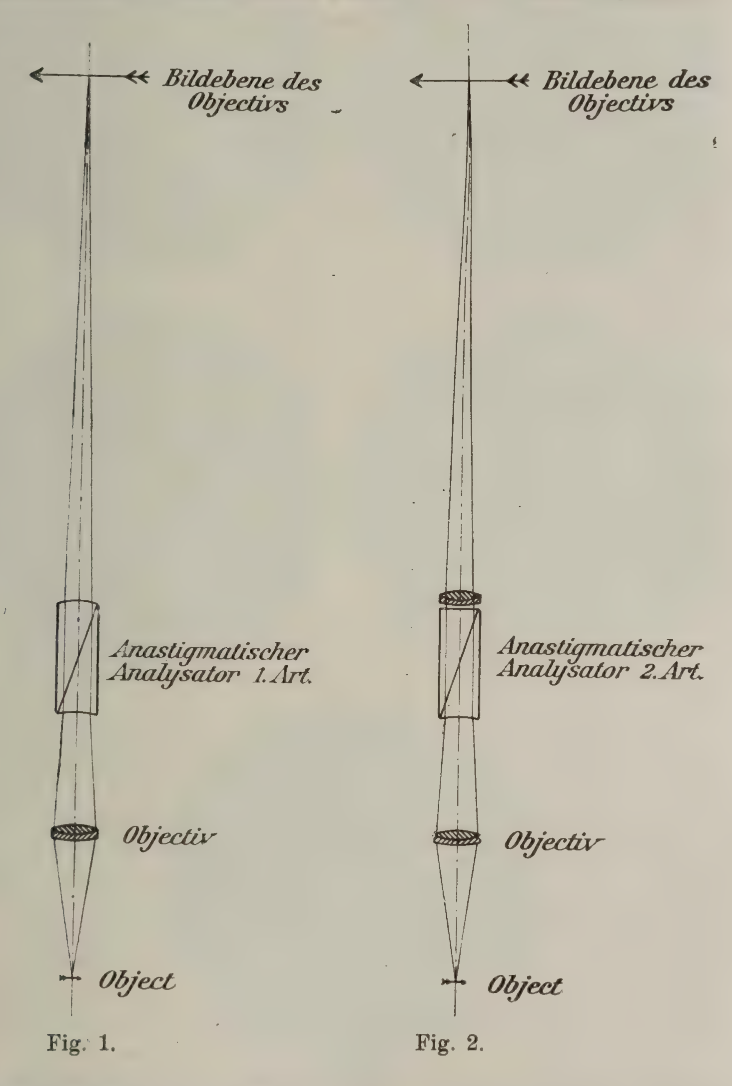


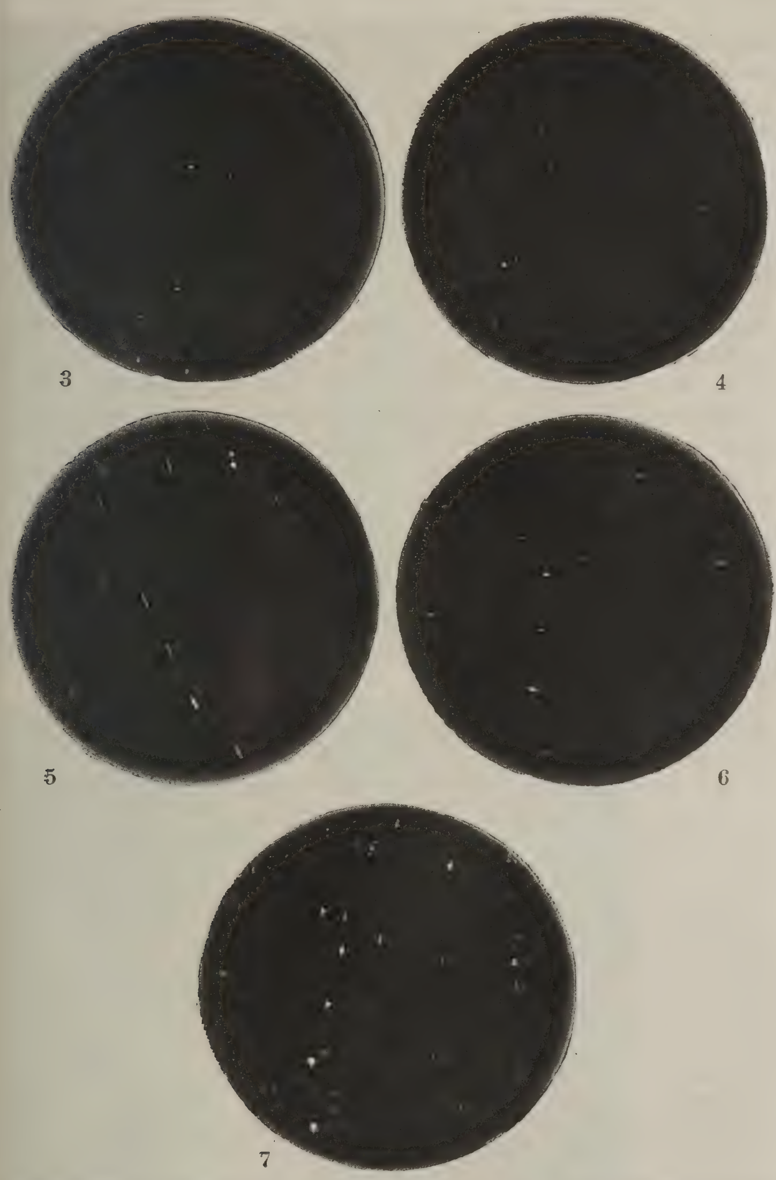
Fig. 1. Fig. 2.

Die Eintrittsfläche des Prismas bleibt konkav, die Austrittsfläche dagegen wird nicht konvex, sondern vollkommen plan angeschliffen. Die Wiedervereinigung der Parallelstrahlenbüschel in Punkten der gewöhnlichen Bildebene des Mikroskopes wird dann durch eine unmittelbar hinter die Planfläche gesetzte, aus Kron- und Flintglas

verkittete achromatische Linse herbeigeführt. An dieser stehen genügend Radien zur Erreichung eines sphärisch und chromatisch vollkommen einwandfreien Strahlenganges zur Verfügung. Die Einfügung eines anastigmatischen Analysators der 2. Art in den Strahlenkegel eines schwachen Mikro-Objektives ist aus Fig. 2 zu ersehen.

Durch die Einschaltung eines der beschriebenen Analysatoren wird die Vergrößerung im mikroskopischen Bilde ein wenig verringert. Für ein Prisma von 24 mm Länge wurde der Verkleinerungsfaktor z. B. zu $\frac{93}{100}$ gefunden. Der Unterschied in der Vergrößerung ist demnach praktisch belanglos und wird dazu durch den Gewinn an Bildschärfe mehr als wettgemacht.

Die Verbesserung des mikroskopischen Bildes durch den neuen anastigmatischen Tubusanalysator macht sich sowohl bei subjektiven Beobachtungen wie auch bei photographischen Aufnahmen mit allen Objektiven von den schwächsten bis zu den stärksten ganz auffällig bemerkbar, wenn mittlere und stärkere Okulare angewandt werden. Alle doppelbrechenden Objekte, welche bei gekreuzten Nicols beobachtet werden, also leuchtend auf dunklem Grunde erscheinen, bekommen durch die Beseitigung des Astigmatismus erst die gestochene Schärfe guter mikroskopischer Bilder. Ganz besonders kleine, nahezu punktförmige und lange schmale, gerad- und krummlinige Objekte werden nur hierdurch vollkommen scharf abgebildet. Zur Herstellung eines *empfindlichen Präparates für die Prüfung auf Astigmatismus und Anastigmatismus* wurde fein gepulverter Kalkspat in einem Gemisch von Alkohol und Chloroform aufgeschlämmt. Die nach etwa 60 sec langem Absitzen noch schwebenden Teilchen wurden mit der Flüssigkeit auf einen Objektträger gebracht. Ein paar Tropfen genügen. Nach dem Verdunsten der Flüssigkeit wurden die zurückbleibenden winzigen Kalkspatteilchen gleichmäßig mit auf dem Objektträger aufgetragenen erwärmten Canadabalsam verrührt. Durch Aufpressen eines Deckgläschens wurde dann eine möglichst dünne Präparatschicht hergestellt. Die Fig. 3—7 zeigen Photogramme dieser Kalkspatpünktchen, welche sämtlich mit Benutzung von Achromat 1 und Kompensationsokular 7 von Winkel gewonnen sind. Auf den Fig. 3 und 4, welche bei Einschaltung der beiden beschriebenen anastigmatischen Tubusanalysatoren erhalten sind, sind die Kalkspatstäubchen vollkommen punktförmig als kleine Beugungsscheibchen abgebildet. Diese erscheinen bei subjektiver Beobachtung von scharfen Beugungsringen umgeben. Die Fig. 5—7 sind mit derselben Optik bei Anwendung eines gewöhnlichen Tubusanalysators (Prisma nach Glan-Thompson 8×24 mm) aufgenommen. Bei tiefer Einstellung des Mikroskopes erhält man die scharf begrenzten Striche auf Fig. 5, bei hoher Einstellung die weniger scharfen, um 90^0 gegen die ersten gedrehten Striche auf Fig. 6. Eine mittlere,

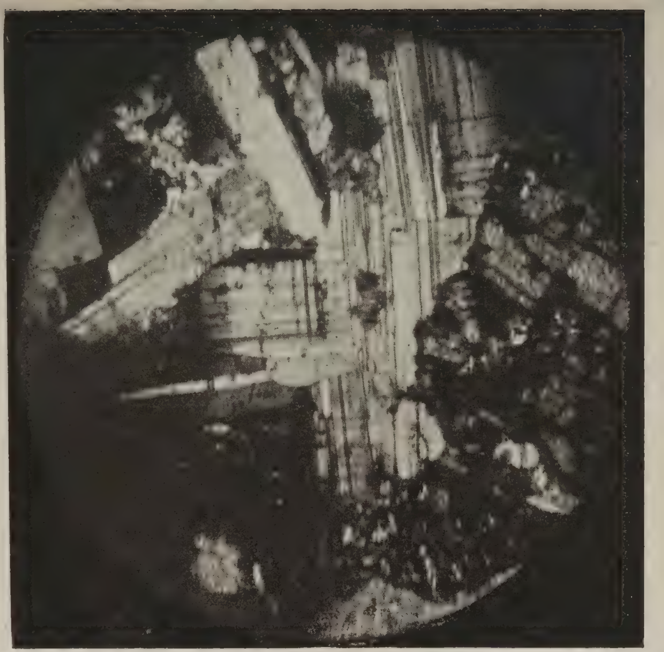


Erklärungen zu Fig. 3—7. Kalkspatpulver bei Betrachtung mit Objektiv 1 und Kompensationsokular 7: Fig. 3 bei Einschaltung eines anastigmatischen Tubusanalysators 1. Art. — Fig. 4 anastigmatischer Tubusanalysator 2. Art. — Fig. 5—7 astigmatischer Tubusanalysator (GLAN-THOMPSON-Prisma 8 × 24 mm); Fig. 5 tiefe Einstellung des Mikroskopes; Fig. 6 hohe Einstellung; Fig. 7 mittlere Einstellung.

zwischen den beiden vorigen liegende Einstellung ergibt die unscharf begrenzten astigmatischen Kreuzchen (Fig. 7), welche von diffusen Lichtscheibchen überlagert sind. Von einer punktförmigen Abbildung kann also bei keiner Einstellung eine Rede sein.

Das Bild eines Gesteins-Dünnschliffes setzt sich demnach bei Benutzung der bisherigen astigmatischen Polarisationsprismen aus lauter astigmatischen Kreuzen zusammen, wenn, wie es in der Praxis ja geschieht, auf eine mittlere gleichmäßige Unschärfe bezw. Schärfe eingestellt wird. Dies tritt um so deutlicher hervor, je mehr feine Strukturen vorliegen, welche geeignet sind, die astigmatischen Unschärfen und Verzerrungen dem Auge erkennbar zu machen. Solche Strukturen werden in Dünnschliffen gebildet durch feine Kristallkörner (z. B. die winzigen Kristalle der Grundmasse in porphyrartigen Gesteinen und des Zementes in verkitteten Sedimenten), durch schmale, länglich ausgebildete Kristalle (z. B. Apatit in Basalten, Turmalin in Form der Turmalinsonnen des Luxullianits), ferner durch Kristallkanten, Spaltrisse und Zwillingslamellen. Um den Unterschied in der Abbildung eines Dünnschliffes zu zeigen, ist in den Fig. 8 und 9 die gleiche Stelle eines Dünnschliffes von Olivingabbro durch einen astigmatischen und einen anastigmatischen Analysator hindurch photographiert. Bei der Aufnahme (Fig. 8) durch das astigmatische Prisma ist auf eine mittlere gleichmäßige Schärfe eingestellt. Da dies allein für die Praxis in Frage kommt, wäre es verfehlt, auf Geraden einer Richtung mit größtmöglicher Schärfe einzustellen; denn alle Strukturelemente von anderer als der scharf eingestellten Richtung würden dann vollkommen unscharf erscheinen. Der Schärfeunterschied in den Zwillingslamellen des Labradorits wie in der feinkörnigen Oberflächenstruktur des Olivins, namentlich des rechts befindlichen zersetzten Olivins mit Serpentinfasern, tritt auf den beiden Bildern auffällig hervor. Manche Einzelheiten der Fig. 9 verschwinden auf Fig. 8 vollständig.

Um den Unterschied in den Vergleichsaufnahmen so deutlich zu machen, daß er auch in der Wiedergabe im Druck klar zu sehen ist, wurde ein sehr starkes Okular benutzt. Wenn im Objekt entsprechend feine Struktureinzelheiten vorliegen, so ist der Schärfeunterschied selbst bei den schwächsten Okularen noch deutlich. Demgemäß zeigen fast alle Dünnschliffe mit Benutzung des viel gebrauchten Okulares No. 2 bei dem anastigmatischen Analysator ein gestochen scharfes Bild, während bei den bisherigen astigmatischen Analysatoren das Auge durch Akkommodationsschwankungen unter Zuhilfenahme der Mikrometerbewegung des Mikroskopes sich zwecklos abmüht, die instinktiv geahnte Unschärfe zu bannen. Verfasser musterte vergleichsweise über 200 Dünnschliffe der verschiedensten Gesteine durch und konnte fast immer einen bedeutenden Gewinn an Schärfe und Klarheit im mikroskopischen Bilde fest-



8



9

Erklärungen zu Fig. 8 u. 9. Dünnschliff eines Olivingabbros von Asby bei Elfdalen in Schweden.
Aufnahme mit Objektiv 1 und Kompensationsokular 7. In der Mitte Plagioklas; links unzersetzter, rechts zersetzter Olivin.
Fig. 8 bei astigmatischem, Fig. 9 bei anastigmatischem Tubusanalysator. — Nicols gekreuzt.

stellen. Die Güte der Abbildung durch einen anastigmatischen Tubusanalysator erlaubt auch die Ausnutzung des Auflösungsvermögens der stärksten Mikroskopobjektive. So konnten in dem sehr feinkörnigen Solenhofer Schiefer durch Anwendung einer homogenen Ölimmersion von f = 1,8 mm und der Kompensationsokulare No. 6 u. 7 von Winkel an einer ganzen Reihe von Kristallindividuen Zwillingslamellen beobachtet werden, welche bei der Abbildung durch einen astigmatischen Tubusanalysator nur z. T. und ziemlich verwaschen zu sehen waren. Die hierbei angewandten Vergrößerungen gingen bis zu 2400fach.

Die angegebenen anastigmatischen Polarisationsprismen haben vor anderen den Vorzug, daß sie möglichst reflex- und absorptionsfrei sind. Da sie eine ganz normale Länge besitzen, können sie außerdem in jedes vorhandene Polarisationsmikroskop eingebaut werden. Die neuen Prismen[1] werden von der Firma R. Winkel, Göttingen ausgeführt. Die von ihr hergestellten Polarisationsmikroskope werden in Zukunft mit anastigmatischen Tubusanalysatoren ausgerüstet.

Herrn Geheimrat O. Mügge bin ich für die Erlaubnis, Dünnschliffmaterial und andere Hilfsmittel des Mineralogisch-petrographischen Instituts zu Göttingen benutzen zu dürfen, zu großem Dank verpflichtet.

Göttingen, im Dezember 1919.

Isostasie und Erdbeben.

Von **E. Tams** in Hamburg.

Allgemeiner wurde die Bedeutung der Isostasie für die Geotektonik von Cl. Edw. Dutton in seiner bekannten Gleichgewichtstheorie[2] dargelegt, und wenn nun auch die Anwendbarkeit dieser Lehre in der ihr ursprünglich gegebenen Form und Ausdehnung nach neueren Untersuchungen nicht mehr ohne Einschränkungen zulässig erscheint, so hat sich doch die Idee der Isostasie weiterhin als ein auch für geotektonische Fragen sehr fruchtbares Prinzip erwiesen. So verwendet es z. B. K. Andrée erst neuerdings wieder, um mit seiner Hilfe in Verbindung mit den Unterströmungen von Ampferer und den Gleitbewegungen von Reyer die bei vielen Faltengebirgen beobachtete Einseitigkeit ihres Baues zu erklären[3],

---

[1] D.R.P. angem.

[2] On some of the greater problems of physical geology. Bull. Philosoph. Soc. Washington. 11. 1892. p. 51—64.

[3] Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. Berlin 1914.

und W. Volz sieht die Ursache der im ostasiatischen Landstufenbau zum Ausdruck kommenden oberflächlichen Zerrung in isostatischen Ausgleichsbestrebungen [1] und möchte in diesem Sinne die hier vorhandene Zone der Tiefseegräben als isostatische Nullinie auffassen, da sie gegenwärtig die kontinentalen Teile mit Hebungstendenz von den Tiefseegebieten mit Senkungstendenz scheidet. Daß sich gerade auch in dieser Zone eine intensive seismische und vulkanische Tätigkeit abspielt, gibt dieser Ansicht für die genetische Erfassung der endogen-dynamischen Prozesse eine erhöhte Bedeutung. Es ist daher von hohem Interesse, daß ganz unabhängig von diesen Gedankengängen O. Meissner aus einer isostatischen Reduktion von 34 Stationen den Schluß ziehen zu können glaubt, daß in der Tat bei dem erdbeben- und vulkanreichen pazifischen Küstentypus Isostasie noch nicht erreicht ist, während der in dieser Beziehung fast ruhige atlantische Küstentypus im allgemeinen isostatisch Ausgeglichenheit zeigt [2].

Freilich scheint mir das bisher hierüber vorliegende Material doch noch zu einiger Vorsicht hinsichtlich einer zu starken Generalisierung dieses an sich bedeutungsvollen Schlusses zu mahnen. Die beiden vorderindischen Stationen Bombay und Mangalore, deren Beobachtungen deutlich das Nichtvorhandensein isostatischer Kompensation in ihren Bereichen erweisen, liegen nicht an einer Küste pazifischen Typus, sondern an einer auch seismisch und vulkanisch recht ruhigen Küste von ausgesprochen atlantischer Bauart, wie überhaupt die ganze Umrandung Vorderindiens vom Indus bis zum Ganges durchaus atlantischen Charakter trägt. Nur im übrigen harmoniert der Mangel an Isostasie in der Region des indo-gangetischen Tieflandes mit der hohen seismischen Regsamkeit namentlich der Abdachung des Himalaya nach dem Punjab und der Gebirgsketten in Assam, wie auch mit der Tatsache, daß wir hier in gewissem Sinne pazifische Strukturverhältnisse vorfinden. Auffallend ist umgekehrt auch der Umstand eines im wesentlichen vorhandenen isostatischen Gleichgewichts in den seismisch so tätigen Regionen bei San Franzisko sowie bei Tokio und Yokohama, welche beide zu Küsten von deutlich pazifischem Typus gehören und noch in geologisch junger Zeit beträchtliche tektonische Änderungen erfahren haben. So war die Zone der kalifornischen Küstenketten erst noch im Beginn des Pleistocäns starken orogenetischen Bewegungen ausgesetzt und erfuhr dann noch eine beträchtliche Senkung mit darauffolgender Hebung in ihre gegenwärtige Lage, und die Depression des Hafens

---

[1] Peterm. Mitteil. 1914. 2. p. 174—178.

[2] Isostatische Reduktion von 34 Stationen usw. Astronom. Nachr. No. 4967, November 1918; und Isostasie und Küstentypus. Peterm. Mitt. 1918. p. 221.

von San Franzisko ist ein Resultat der bis in die Gegenwart fortdauernden Schwankungen im Gebiete der San Franzisko-Bucht. Desgleichen sind auch an der bebenreichen Musashi-Ebene unmittelbar nördlich des nicht weniger instabilen Gebietes der Bai von Tokio Anzeichen einer bedeutenderen negativen Strandverschiebung während der letzten Jahrtausende vorhanden.

Sehr bemerkenswert sind aber andererseits die ansehnlichen Schwerestörungen in den die pazifischen Merkmale aufweisenden Gebieten der an Großbeben reichen Tonga-Rinne und der Insel Lipari im zentralen Teil des ebenfalls seismisch wie auch vulkanisch sehr regen europäischen Mittelmeeres. Von den übrigen Stationen machen es, wie O. Meissner des näheren angibt, 14 Stationen an der afrikanischen Westküste vom Kap Verde bis Kapstadt wahrscheinlich, daß hier zur Hauptsache Kompensation erreicht ist; und dasselbe gilt von 3 Stationen in der Flachsee an der südamerikanischen Ostküste und 3 Stationen in der Tiefsee des pazifischen Ozeans. Die in der Antarktis angestellten Beobachtungen endlich ergeben für die Discoverystation im Victorialand am Südrand des pazifischen Ozeans merklichen Mangel an Isostasie, dagegen für die Gaußstation im Kaiser-Wilhelm-Land mit wahrscheinlich atlantisch gebauten Küsten isostatische Ausgeglichenheit in der Massenlagerung. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß, soweit nach den bisherigen Erdbebenbeobachtungen, und zwar auch der Fernbebenaufzeichnungen, geschlossen werden kann, die ganze Antarktis, also auch das Victorialand keine Herde von Großbeben birgt. Auch ist zu bedenken, daß das Victorialand mit den Vulkanen Erebus und Terror wie der Gaußberg in vulkanischer Beziehung immerhin atlantischen Charakter trägt.

Zweifellos muß fehlende Kompensation infolge des dadurch bedingten unablässigen Strebens nach isostatischem Ausgleich auch die seismische Tätigkeit in der Erdkruste sehr begünstigen, doch kann dieses Ausgleichsbestreben immer nur sekundär erdbebenerregend wirken; es bedarf seinerseits, da es bei der Starrheit der Schollen und den auch sonst großen Reibungswiderständen in der Erdkruste und den darunter befindlichen Partien im allgemeinen nur potentiell vorhanden ist, zur Auslösung wie die Erzeugung einer Gleichgewichtsstörung selbst einer primären, sagen wir, einer mit etwaigen Temperatur- und Volumenänderungen in der Tiefe zusammenhängenden tektonischen oder einer vulkanisch-magmatischen Ursache. Wo diese Ursachen nicht wirken, scheint sich, wie das Beispiel der Westküste Vorderindiens zeigt, isostatische Unausgeglichenheit in der Massenlagerung auf größere Strecken hin und durch längere Zeiträume behaupten zu können, so daß dann auch in seismischer Beziehung Ruhe herrscht, was übrigens auch in kleinen Verhältnissen der unkompensierte Harz lehrt. Umgekehrt aber können namentlich die genannten primären Ursachen, wie es

eben bei San Franzisko und Tokio der Fall ist, naturgemäß bereits mehr oder weniger vollständig vorhandenes Gleichgewicht wenigstens oberflächlich immer wieder von neuem stören und auf solche Weise einen hohen Grad von Instabilität erzeugen.

In diesem Zusammenhange gewinnen nun auch die während der Jahre 1908 und 1911 stattgefundenen Erdbeben von Kecskemét in der ungarischen Tiefebene zwischen Donau und Theiß nach den darüber durch R. v. Eötvös angestellten Untersuchungen starkes Interesse, worauf hiermit die Aufmerksamkeit besonders hingelenkt sei. Das heftigste Erdbeben trat am 8. Juli 1911 ein und hatte nach A. Réthly in seinem im Weichbilde der Stadt Kecskemét gelegenen epizentralen Gebiet eine Stärke von 9—10° der 12teiligen Intensitätsskala und eine makroseismische Schütterfläche von fast 70 000 qkm. Es wurde vom 1. Juni des Jahres ab durch wiederholt auftretende Vorbeben eingeleitet und klang allmählich bis zum 23. September desselben Jahres in einer größeren Zahl von Nachstößen aus. Über 10 Vorbeben und 39 Nachbeben liegen ausführlichere Meldungen vor. Aber schon im Jahre 1908 hatte dieses Stoßgebiet eine lebhaftere Tätigkeit entfaltet und u. a. am 24. und 28. Mai zwei bemerkenswerte Beben mit einer maximalen Stärke von 7 bezw. 8—9° ausstrahlen lassen. In diesem habituellen Schütterfeld, das sich durch verhältnismäßig einfache geologische Beschaffenheit auszeichnet, wurden eingehende Messungen des Horizontalgradienten der Schwerkraft mittels der Eötvös'schen Drehwage vorgenommen, durch deren Bearbeitung eine in Verbindung mit den Beben vermutlich eingetretene unterirdische Massenverlagerung eine vielsagende Beleuchtung erfuhr [1]. Es zeigte sich nämlich, daß die aus diesen Beobachtungen abzuleitenden Linien gleicher Schwerestörung, die unter gewissen Voraussetzungen geradezu als Isohypsen gedeutet werden können, in guter Übereinstimmung mit der Lage der pleistoseisten Zonen der drei soeben besonders angeführten Beben auf einen im Zentrum des Stoßgebietes befindlichen Massendefekt, etwa eine muldenförmige Einsenkung schwererer Gesteinsschichten, und auf drei dazu periphere Massenüberschüsse, etwa bergartige Erhebungen der unter dem Epizentralgebiet tiefer liegenden Schichten, schließen lassen. Die Unterschiede der Schwerkraft an den Stellen der Massenanhäufung gegenüber ihrem Wert im zentralen Teil beliefen sich dabei auf 0,012, bezw. 0,014 und 0,018 cm sec^{-2}, und diese Differenzen waren über ein Gebiet von rund 16 km Radius verteilt. So liegt es nahe, mit Eötvös anzunehmen, daß die Seismizität des betrachteten Gebietes sehr wahrscheinlich wenigstens sekundär ursächlich mit örtlichen Kompensationsbestrebungen in nicht beträchtlicher Tiefe unterhalb

[1] Verhandl. 17. Allgem. Konferenz Internat. Erdmessung zu Hamburg 1912. p. 427—438.

der Erdoberfläche zusammenhängt. Die von Réthly für das Beben vom 28. Mai 1908 aus der Intensitätsverteilung berechnete Herdtiefe von 4 km dürfte der Größenordnung nach eine richtige Vorstellung von der etwa in Betracht kommenden Tiefe geben. Diese in einem bestimmten Einzelfall auf Grund genauer Beobachtungen aufgedeckte lokale Beziehung zwischen Erdbeben und Unregelmäßigkeiten in der unterirdischen Massenverteilung erweist unseres Erachtens die Nützlichkeit einer Anwendung des Prinzips der Isostasie auf seismogenetische Fragen in erhöhtem Maße, und zwar um so mehr als eben die Möglichkeit gegeben ist, für die Schüttergebiete geeignet erscheinender Beben durch örtliche Untersuchungen mittels der hochempfindlichen Drehwage in großer Vollständigkeit und Exaktheit die hierzu erforderlichen Anhaltspunkte zu beschaffen. Freilich handelt es sich bei den zuletzt besprochenen Vorgängen nicht um die allgemeine Isostasie regionalen und kontinentalen Umfangs, für welche die Ausgleichsfläche im Mittel erst in ungefähr 120 km Tiefe gelegen ist, doch liegt im Prinzip derselbe Prozeß vor, nur in starker räumlicher und auch wohl meist zeitlicher Beschränkung.

Wie nun die isostatischen Ausgleichsbewegungen im großen, abgesehen von den Wirkungen der Erdrotation und der Gravitation, wesentlich durch endogene Kräfte ausgelöst werden dürften, doch auch die exogenen Vorgänge der Denudation und Sedimentation für sie nicht belanglos sein werden, so dürfte für lokale Kompensationsbewegungen die ausschließliche Wirksamkeit exogener Ursachen mehr in Frage kommen, andererseits aber natürlich auch die Bedeutung der endogenen Kräfte nicht ganz außer acht zu lassen sein. Die Wichtigkeit der Denudation und Sedimentation für die isostatische Lagerung auch der großen Krustenteile unserer Erde aufgezeigt zu haben, ist das Verdienst von Cl. Edw. Dutton, der in seiner eingangs zitierten Arbeit nachdrücklich darauf hinwies, daß diejenigen Erdzonen, in denen, wie an den Kontinentalküsten, ständig Sedimente zur Ablagerung gelangen, einer Senkung und umgekehrt die abgetragenen und damit leichter gewordenen Landmassen einer Hebung unterliegen müssen, sofern nur die Sedimentation bezw. Denudation kräftig genug vonstatten geht und die eine gewisse Störung des Gleichgewichts ertragende Starrheit der Erdschollen überwunden werden kann. Ganz derselbe Gedanke ist es, wenn, zweifellos mit Recht, die Niveauschwankungen im Norden Europas nicht unwesentlich mit auf die wechselnde Belastung durch Eis während und nach der Glazialzeit zurückgeführt werden, und wenn T. F. Jamieson insbesondere die gehobenen Strandlinien in Schottland und Irland mit der Abtragung dieser Gebiete durch Regen und Flüsse in Zusammenhang bringt.

Ohne auf den Boden der sehr weitgehenden geotektonischen Folgerungen zu treten, welche Dutton aus dem soeben dargelegten

Grundgedanken gezogen hat, dürfte es nun aber sicher sein, daß durch die Vorgänge der Abtragung und Ablagerung wenigstens in den mehr oberflächlichen Partien der Erdrinde isostatische Ausgleichsbewegungen angeregt werden können, die zu Erdbeben führen, und daß durch eben diese Prozesse auch bereits vorhandenes Gleichgewicht zeitweilig wieder gestört und so zu neuen, sich an der Erdoberfläche seismisch äußernden Massenverschiebungen Anlaß gegeben werden kann. Von diesem Gesichtspunkt aus wird man viele, namentlich weniger bedeutende Beben an Kontinentalrändern oder in Tiefländern fälschlich auf eine endogene — tektonische oder vulkanisch-magmatische — Ursache zurückführen, vielmehr letzthin von einer exogenen Ursache zu sprechen haben. In der Tat ist nach den eingehenden Untersuchungen von V. Cornish sogar die Ursache des großen Jamaika-Bebens vom 14. Januar 1907, dem Kingston zum Opfer fiel, in einem durch die ständige Denudation und Sedimentation seitens der Flüsse und Atmosphärilien allmählich notwendig gewordenen isostatischen Ausgleich der Oberflächenschichten zu sehen[1]. Und zwar hoben sich zwei Epizentralgebiete in 15—20 km Abstand heraus, von denen das eine am Meer gelegene Senkung und das andere auf dem Kamm des 2200 m Höhe übersteigenden schmalen Gebirgszuges nördlich von Kingston Hebung erfahren haben soll. Die aus dieser Auffassung folgende geringe Tiefenlage des Herdes und die trotz der bedeutenden Wirkungen vergleichsweise geringe Energieentfaltung steht dabei in gutem Einklang mit dem Umstande, daß die u. a. in Europa erhaltenen Seismogramme nur unauffällig waren. Natürlich können solche exogenen Faktoren in dieser Weise erst in längeren Zeiträumen wirksam werden; es ist aber auch sicher, daß in den letzten 200 Jahren vor dem in Rede stehenden Beben auf diese Art kein großes Erdbeben in der Nähe von Kingston hervorgerufen worden ist. Das letzte bedeutende Erdbeben fand hier im Jahre 1692 statt.

Gehen wir mit diesen Überlegungen in das Sink Country des Mississippi-Beckens, dessen seismische Verhältnisse kurz von E. Deckert[2] dargestellt worden sind, so gewinnen auch die zahlreichen Beben der dortigen Gegend erneutes Interesse, stellt dieselbe doch ein großes Akkumulationsgebiet dar, das schon aus diesem Grunde von Zeit zu Zeit Massenverschiebungen, die auf ein weiteres Sinken abzielen, ausgesetzt sein muß. Wenn auch keineswegs der ganze Senkungsvorgang, der weitgehend durch die Tendenz einer Verlegung der Flußläufe nach dem Sink Country hin

[1] On the cause of the Jamaica Earthquake of January 14, 1907. Geograph. Journal. **40**. 1912. p. 299—303.

[2] Die Erdbebenherde und Schüttergebiete von Nordamerika in ihren Beziehungen zu den morphologischen Verhältnissen. Zeitschr. Gesellsch. f. Erdkunde. Berlin 1902. p. 367—389.

(Tennessee, Obion River, Arkansas, Red River) und die Vergleichsergebnisse zweier Nivellements am unteren Wabash angezeigt wird, auf der hier stattfindenden Sedimentation beruhen wird, wir denselben wohl vielmehr als eine evolutionäre Wannenbildung oder in Verbindung mit der nach G. K. Gilbert wahrscheinlichen Aufwölbung der Region der großen Seen als einen Faltenwurf größter Spannweite oder eine Undation im Sinne von H. Stille auffassen können, so wird derselbe aber doch durch die Akkumulation weiter gefördert werden. Deckert spricht zum mindesten die Großbeben, so diejenigen der Jahre 1811, 1843 und 1895, als Äußerungen des hier vor sich gehenden tektonischen Prozesses einer Synklinalbildung an und denkt bei manchen der kleineren Beben an „plötzliche Verschiebungen und Zusammenstauchungen innerhalb der jungen Schwemmlandmassen", „welche die Ströme selbst erst kürzlich an ihren Konfluenzstellen aufgehäuft haben". Neben diesen in der Regel ganz lokalen Sackungen der lockeren und durchfeuchteten Alluvialmassen könnten aber wohl noch analog den Verhältnissen bei dem Jamaika-Beben oder bei den Kecskeméter Erdstößen und mit entsprechenden bedeutenderen Wirkungen infolge ungleicher Belastung umfangreichere isostatische Verlagerungen der Oberflächenschichten oder auch etwas tiefer liegende Massenverschiebungen in Betracht kommen, von denen die letzteren, obschon ebenfalls vielfach lediglich durch die Denudations- und Sedimentationsvorgänge hervorgerufen, nicht ohne weiteres wie jene Sackungen auch deutlichere dauernde Spuren an der Erdoberfläche zu hinterlassen brauchen, sondern unserer Kenntnis im wesentlichen ganz verborgen bleiben können, wenn nicht durch eingehendere Schwerkraftsuntersuchungen mittels der Drehwage auf ihre Existenz hingewiesen werden würde. E. M. Shepard führt selbst das große Erdbeben von Neu-Madrid im Jahre 1811, welches eine makroseismische Schütterfläche von etwa 2 Mill. qkm besaß, nicht auf eine tektonische Ursache zurück, sondern denkt auch in diesem Fall an größere Massenverlagerungen, Hebungen und Senkungen, infolge jahrhundertelanger Arbeit des von unten her wirkenden Druckes der artesischen Wässer[1]. Ähnliche Verhältnisse liegen meines Erachtens im Mündungsgebiet des Indus und der unmittelbar östlich sich anschließenden großen Sumpfregion des Ran of Cutch vor, wo eine immerhin bemerkenswerte Seismizität herrscht und 1819 durch ein Erdbeben der berühmte Ullah-Bund oder Gottesdamm entstand.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine möglichst ins einzelne gehende und wiederholt auszuführende Feststellung der Schwerkraftsverhältnisse in einem für solche Untersuchungen günstig er-

---

[1] The New Madrid Earthquake. Journ. of Geology. **13**. 1905. p. 45—62. Referat im Geolog. Centralbl. **7**. 1905/06. p. 381.

scheinenden habituellen Schüttergebiet, wie sie eben die Anwendung ler Eötvös'schen Drehwage vorzunehmen gestattet, überaus wünschenswert, und es ist nur sehr zu bedauern, daß der Plan der ussischen permanenten seismologischen Zentralkommission, mittels solcher Apparate Beobachtungen in der so erdbebenreichen Provinz Semirjetschensk in Turkestan anstellen zu lassen, wegen der Ungunst der Zeitverhältnisse nicht zur Ausführung gelangen kann. Auch wäre hierdurch letzten Endes ein Weg gewiesen, in besonderen Fällen durch Vergleich von zeitlich aufeinanderfolgenden Beobachtungen die Erdbebenreife eines Gebietes zu ermitteln und lamit einer Vorhersage von Erdbeben näher zu kommen.

Ein *Telerpeton* mit gut erhaltenem Schädel.

Von **F. v. Huene** in Tübingen.

Mit 3 Abbildungen.

Kurz vor dem Kriege konnte die paläontologische Universitäts-ammlung in Tübingen ein neues Exemplar von *Telerpeton elginense* Iantell aus dem mitteltriassischen *Stagonolepis*-Sandstein von ossiemouth bei Elgin in Nord-Schottland erwerben. Hier ist der Schädel so gut und vollständig erhalten, daß es sich lohnt, ihn ekannt zu geben, zumal einige Vervollständigungen in seiner Kenntnis geboten werden können.

Der Schädel ist nicht nur mit der ganzen Oberseite, sondern amentlich auch mit allen Stacheln an beiden Seiten erhalten. eine Länge in der Medianlinie beträgt 45 mm. An Parietalloch, ugenöffnungen und Nasenöffnungen sowie Schnauze ist nichts Neues zu bemerken, da diese Teile schon früher in genügender Erhaltung beschrieben sind. Die 1912 von mir ausgesprochene nsicht (Cotylosaurier der Trias. Palaeontogr.), die hintere verchmälerte Fortsetzung der Orbita entspreche einer Schläfenöffnung, nöchte ich nicht in dem Sinne aufrecht halten, als ob es sich um in „Oriment" (Abel) einer solchen handle; wohl aber wird sie die Nützlichkeit einer solchen funktionell besitzen, indem der Kiefermuskulatur dort größere Freiheit bleibt.

An dem vorliegenden Schädel sind zum erstenmal 4 Paare on zapfenförmigen Stachelfortsätzen zu beobachten. Das vorderste Paar ist neu und das zweitvorderste Paar, das hier erstmals gut rhalten ist, zeigt andere Natur, als ich sie früher auffaßte. Der interste Stachel, den ich früher dem Supratemporale zugeschrieben atte, ist breit und zugeschärft, wie er schon früher beschrieben urde. Das nach vorn folgende Paar von Stacheln ist (links in

besonders gutem Abdruck erhalten) glatt und gleichmäßig spitz zugeschärft und am Schädeldach merkwürdig scharf abgesetzt. Er liegt in gleicher Ebene wie der Supratemporale-Stachel und nahe neben ihm. Seine Länge ist 12,5 und die Breite an der Basis 5,3 mm. Diesen Stachel hatte ich früher dem Quadratojugale zugeschrieben, sehe aber jetzt, daß er dem Squamosum angehören muß. Jetzt ist auch zum erstenmal deutlich zu erkennen, daß der in der Ansicht von oben dicht vor diesem befindliche Fortsatz nicht ein nach der Seite herausgedrücktes Quadratum (wie ich früher meinte), sondern ein zapfenartiges Knochenornament ist, das nun

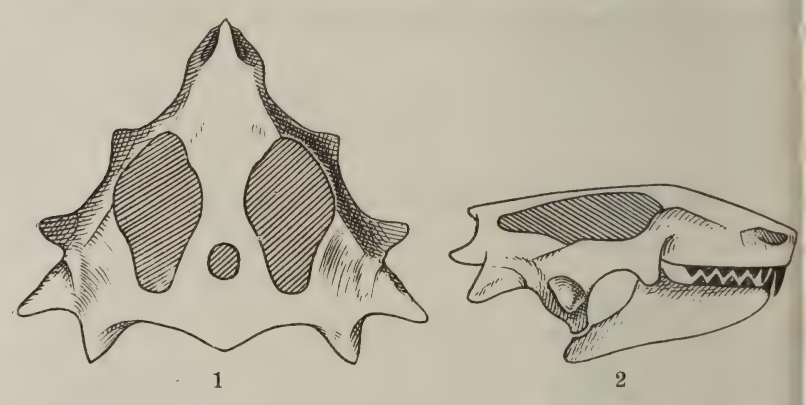


Fig. 1 u. 2. Schädel von *Telerpeton elginense* Mtll. in natürl. Größe. Ergänzung der Rekonstruktion in Palaeontogr. **59.** 1912. p. 83 nach dem neuen Fund und in dessen Größe. 1 von oben, 2 von rechts.

offenbar auf dem Quadratojugale sitzt. Es befindet sich vor und dicht unterhalb der Wurzel des Squamosum-Stachels, ist sehr viel kleiner als dieser und genau seitwärts gerichtet, zugleich etwas abwärts. Direkt unter diesem Stachel sieht man an der rechten Schädelseite das Quadratum 3 mm senkrecht abwärts zum Unterkiefergelenk ziehen. Der über dem Quadratum befindliche Stachel muß also wohl dem Quadratojugale angehören. Die Basis dieses Stachels ist im Querschnitt langoval und die Längsachse des Querschnitts schräge abwärts gerichtet. Auch dieser Stachel ist wie der auf dem Squamosum sitzende scharf von der Schädeloberfläche abgesetzt und von einer Knochenumwallung an der Basis umgeben. Das vorderste Stachelpaar liegt dicht vor der Mitte des Jugale, ist breit, stumpf und klein und fast abwärts gerichtet. Der Ausguß aus dem natürlichen Negativ ist nicht völlig herausgekommen, kann aber mit biegsamer Sonde genau nachgefühlt werden.

Die Bezahnung ist vollständig erhalten. Es sind je 5 dicke Maxillenzähne und je 2 lange, im Querschnitt runde und spitze Prämaxillenzähne. Das vordere Paar der letzteren steht vor der

Unterkieferspitze. Der Unterkiefer hat 4 stumpfkonische Zähne von der Form der Maxillenzähne, die genau zwischen letztere eingreifen. Das vorderste spitze lange Zahnpaar ist nicht sichtbar. Damit würde die Gesamtzahl der Dentale-Zähne jederseits 5 betragen.

Am Innenabdruck des Unterkiefers sind Spleniale und Angulare deutlich vom Dentale abgesetzt. Auch ist der vordere Innendurchbruch gut erkennbar. Der früher von mir vermutete lange postarticulare Fortsatz des Unterkiefers ist tatsächlich nicht vorhanden. Der linke Unterkieferast ist vollständig erhalten. Der hohe Kronfortsatz des Unterkiefers korrespondiert mit dem sehr tief abwärts gezogenen Querflügel des Pterygoids. 27 mm von der Symphyse nach hinten gerechnet nimmt die Höhe des Unterkiefers plötzlich um $5\frac{1}{2}$ mm ab. Die obere Ecke ist stark einwärts verdickt; dahinter und unterhalb liegt die konkave Gelenkfläche des Articulare,



Fig. 3. Rechter Hinterfuß des neuen Fundes von *Telerpeton* in dorsaler Ansicht. Natürl. Größe. Wichtig ist der in seiner Lage etwas verschobene Astragalo-Calcaneus.

das sich etwas medialwärts ausbreitet, aber keinen Fortsatz nach hinten entsendet. Von der rechten Seite ist der Abdruck des dünnen konkaven Articulare und des in situ befindlichen Quadratum (mediale Seite) erhalten. Das Quadratum ist stielförmig und nach unten verdickt. Die gegenseitige Entfernung der Mitten beider Articularia beträgt 27 mm. Das Articulare ist in transversaler Richtung 5 mm dick.

Von der Schädelbasis ist beiderseits nichts vorhanden. Dort wo man es erwarten könnte, liegen zwei spitze Knochenenden, vielleicht von den Claviculae herrührend. Stabförmige Abdrücke neben der Innenseite des rechten Unterkieferendes gehören möglicherweise zu den Hyoiden.

Vom Skelett ist nur wenig Neues zu bemerken.

In bezug auf die Wirbellänge kann die frühere Beobachtung der Abnahme der Länge bei den Halswirbeln bestätigt werden. Der zweitvorderste zu beobachtende Halswirbel, d. h. etwa der dritte, ist 2,3 mm lang. Die beiden folgenden sind 3 mm lang. Der vorletzte Präsacralwirbel ist 5 mm lang. Die erste Sacralrippe hat eine Länge von 7 mm; sie steht schräg nach rückwärts.

Vom Brust-Schultergürtel ist nichts hervorzuheben, außer etwa, daß die Interclavicula sehr dick ist, wie das auch bei *Sclerosaurus* der Fall ist.

Die linke Vorderextremität ist bei mäßiger Erhaltung bis auf die Finger vollständig. Die Metacarpalia sind recht schlank, ihre Länge: I 5,4, II 6,9, III 7, IV ?, V 4,3 mm. Metacarpale I ist dicker als die anderen.

Vom Fuß ist hervorzuheben, daß am rechten Hinterfuß der sehr große und dicke einheitliche Astragalo-Calcaneus zu sehen ist. Er befindet sich aber nicht mehr in seiner natürlichen Lage an den Unterschenkelknochen, sondern ist im rechten Winkel gedreht. Er ist 7,5 mm breit und 3 mm hoch, dabei sehr dick. Seine genaue Orientierung ist vorläufig nicht festzustellen.

Tübingen, 14. Januar 1920.

Personalia.

Berufen: Der Privatdozent an der Universität Frankfurt, Dr. phil. **Wilhelm Eitel**, an die Universität Leipzig als außerordentlicher Professor für physikalisch-chemische Mineralogie und Petrographie.

Habilitiert: Dr. **Kurt Spangenberg** für Mineralogie in der philosophischen Fakultät der Universität Jena. — Dr. **E. v. Bülow** für Geologie und Paläontologie an der Universität Greifswald.

Ehrungen: Die Geologische Gesellschaft in Wien hat Herrn Prof. **Albert Heim** in Zürich ihre Eduard Sueß-Medaille verliehen und Hofrat Prof. **Theodor Fuchs**, derzeit in Steinach a. Brenner, zu ihrem Ehrenmitglied ernannt.

Die Nachricht vom Tode des Landesgeologen Dr. **F. W. Pfaff** in München (Centralbl. p. 96) bewahrheitet sich erfreulicherweise nicht.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Einige Beispiele von „selteneren" Feldspatzwillingsgesetzen an Einsprenglingsalbiten deutscher Keratophyre.

Von **K. Schlossmacher** in Berlin.

Mit 6 Textfiguren.

Die petrographische Untersuchung von gesteinsbildenden Mineralien im Dünnschliffe kann, solange sie nicht an orientierten Schnitten, wie sie z. B. durch Spaltblättchen geliefert werden, vorgenommen wird, stets nur bis zu einem gewissen Grade den Wert einer quantitativen Bestimmung erreichen, da schon die Orientierung des Schnittes im allgemeinen mehr qualitativ abgeschätzt als quantitativ ermittelt wird. Von den gebräuchlichen Methoden haben einige, wie die Bestimmungen der Doppelbrechung, der Auslöschungsschiefen und der Achsenwinkel, allerdings sehr wohl quantitativen Wert, sind aber nur von Bedeutung, solange sie sich auf Blättchen von bekannter Orientierung beziehen; viele andere Methoden sind subquantitativ bis rein qualitativ. Durch diese Faktoren kommt in das Resultat von Dünnschliffbestimmungen ein gewisses breites Ausmaß der Fehlergrenzen, innerhalb deren noch eine ganze Anzahl von möglichen Entscheidungen offen oder verborgen liegen kann und vorgefaßte Meinungen zu beträchtlichen Irrtümern verleiten können. Innerhalb solcher Grenzen liegen z. B. die selteneren Zwillingsgesetze der Plagioklase, die durch die Lagen ihrer Zwillingsachsen und Verwachsungsebenen von vorneherein dazu bestimmt erscheinen, mit den bekannteren Plagioklaszwillingsgesetzen und untereinander verwechselt zu werden. Bedenkt man die geringen Abstände, die die Zwillingsachsen der Gesetze: Zwillingsachse ⊥ (001) = Manebacher Gesetz, Zw.A. ⊥ [100] // (010) und Zw.A. ⊥ [010] // (100) voneinander und von der Achse [001] des Karlsbader Gesetzes haben, ferner das nahe Zusammenfallen der Zwillingsachsen der Gesetze: de l'Esterel = Zw.A. [100], la Roc Tourné = Zw.A. ⊥ [001] // (100) und Scopi = Zw.A. ⊥ [010] // (001) untereinander und mit der Zwillingsachse des Gesetzes: Zw.A. ⊥ (100) und weiter die geringen Differenzen zwischen den Lagen der Zwillingsachsen des Albitgesetzes ⊥ (010), des Periklingesetzes [010] und der Gesetze: Zw.A. ⊥ [001] // (100) und Zw.A. ⊥ [100] // (001) und zieht außerdem in Betracht, daß die Lage der Verwachsungs-

ebenen für mehrere dieser Gesetze die gleiche oder annähernd die gleiche ist, so ist man gezwungen einzusehen, daß die Bestimmung eines im Dünnschliff vorliegenden Zwillingsgesetzes und die darauf begründete Feldspatbestimmung durchaus nicht immer den Anspruch auf absolute Gewißheit machen kann. Nur einer in ihrem ganzen Verfahren von Anfang bis zu Ende rein quantitativen Methode, wie es die Fedorow'sche Universalmethode ist, ist es möglich, über diese Zwillingsgesetze gewisse Angaben zu machen. Da die Fehlergrenzen, innerhalb deren das Resultat sich bewegt, hier im Vergleich zu den gewöhnlichen am Dünnschliff mit dem petrographischen Mikroskop geübten Verfahren sehr gering sind (etwa $\pm 2^0$ für die Lagenbestimmungen der optischen Symmetrieachsen und der Zwillingsachse) und vor allem in ihrem Ausmaße zahlenmäßig angegeben werden können, so hat diese Methode durchaus den Anspruch auf die Bezeichnung einer exakten, rein quantitativen Methode. Die praktische Erfahrung bei dem Studium von Albiteinsprenglingen in Keratophyren aus dem Vordertaunus und niederschlesischen Boberkatzbachgebirge hat den Verfasser gelehrt, daß Angaben über die relative Verbreitung der Zwillingsgesetze bei diesen Albiten bei Anwendung dieser Methode ganz anders ausfallen können als nach dem mikroskopischen Bilde zu erwarten war, und daß auch die selteneren Zwillingsgesetze, die bisher nur von besonderen Lokalitäten genannt wurden, auf diese Weise aufgefunden werden können.

Zwillingsgesetz de l'Esterel

Zw.A. [100], V.E. (001).

Dieses Gesetz wurde zuerst von Des Cloizeaux[1] an Andesinkristallen aus dem Porphyr von de l'Esterel, Dép. du Var, festgestellt. Die beobachteten Kristallgruppen werden dort in folgender Weise gedeutet: Ein einfacher Zwilling nach dem Albitgesetz wird um die Kante P/M um 180^0 gedreht und in der Weise unter einen Zwilling nach dem Albitgesetz von der Ausgangsstellung gebracht, wie es die Fig. 1 (in schematischer Weise nach den Des Cloizeaux-schen Angaben gezeichnet) angibt, so daß also die Teile II mit IV und III mit I nach diesem Gesetze orientiert sind. Diese beiden Drehungen erfolgen durch zwei aufeinander senkrechte Achsen, können also nach dem Euler'schen Theorem durch eine einzige Drehung von 180^0 um eine dritte zu beiden senkrechte Achse ersetzt werden. Diese Achse ist $\perp$ [100] // (010) und entspricht einem Zwillingsgesetz, das in der Literatur schon als beim Feldspat möglich bekannt ist, aber noch nicht direkt beobachtet wurde. Nach ihm sind die Teile I und IV und II und III verbunden. Es wäre viel naheliegender, bei dieser Anordnung von einer Verbindung

[1] Manuel de Minéralogie. 1862. 1. p. 310.

des Gesetzes Zw.A. ⊥ [100] // (010) mit dem Albitgesetze zu reden, da die Zwillingsteile nach diesem Gesetze wirklich nebeneinander liegen, während sich die Individuen nach dem Gesetz de l'Esterel nur kreuzweise gegenüberstehen. Die gleichen Verhältnisse beschreibt Des Cloizeaux (l. c. p. 321) von Albiten aus Tirol.

Das Gesetz de l'Esterel ist dagegen bei einem anderen Vorkommen sowohl allein auftretend als auch in einer solchen Verbindung mit dem Albitgesetz gefunden worden, daß man nach der Aneinanderlegung der Zwillingsteile in diesem Falle viel eher berechtigt ist, von einer Verbindung des Albitgesetzes mit diesem Gesetze zu reden. G. vom Rath erwähnt das de l'Esterelsche Gesetz in dieser Art von Andesinkristallen aus einem Bimssteintuff vom Mte. Arcuentu in Sardinien [1]. Es werden sowohl einfache, mit der Basis verbundene Zwillinge nach diesem Gesetze beschrieben,



Fig. 1.

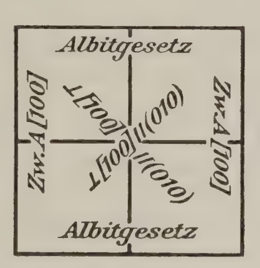


Fig. 2.

die ohne weiteres und ohne Bedenken zu einer Namengebung berechtigen, als auch Doppelzwillinge dieses Gesetzes mit dem Albitgesetz, die nach der Gruppierung der einzelnen Zwillingsteile viel eher den Anspruch machen können, zu einer Namengebung für dieses Gesetz Anlaß zu geben, als die Doppelzwillinge von de l'Esterel. Die Anordnung ist eine solche, wie sie Fig. 2 (schematisch nach G. vom Rath's Figur) zeigt. Dabei sind I mit II und III mit IV nach dem Albitgesetz, I mit IV und II mit III nach dem in Rede stehenden Gesetz und I mit III und II mit IV, also hier die kreuzweise gestellten Teile, nach dem dritten Gesetze, ⊥ [100] // (010), verbunden.

Außer diesen beiden Autoren erwähnt noch C. Viola [2] das de l'Esterelsche Gesetz, das er als das „Gesetz mit der gemeinschaftlichen Zone [100]“ bezeichnet. Bei Auslöschungsschiefen von

[1] Verh. des naturhist. Ver. f. Rheinland u. Westfalen. 42. Jahrg. (5. Folge. 2. Jahrg.) Bonn 1885. Sitz.-Ber. p. 301, und „Über den Andesin vom Berge Arcuentu, Insel Sardinien“. Festschr. d. Ver. f. Naturk. Cassel 1886.

[2] XII. Beitrag zur Zwillingsbildung („Einige neue Feldspatzwillinge“). Zeitschr. f. Krist. 36. 1902. p. 236.

Feldspatmikrolithen (Labrador) von Strathblane in Schottland, die zum Zwecke der Feldspatbestimmung nach der Michel-Lévy'schen Methode an vermeintlichen Doppelzwillingen nach Albit- und Karlsbader Gesetz gemessen waren, ergab sich nämlich keine Möglichkeit der Einordnung in das Michel-Lévy'sche Diagramm; die beobachteten Kombinationen von Auslöschungsschiefen erhielten vielmehr erst einen Sinn, wenn vom Karlsbader Gesetz abgesehen und andere Zwillingsverhältnisse zugrunde gelegt wurden; unter diesen wird auch das Gesetz Zw.A. [100] genannt. Dabei ist nun allerdings wohl nicht so verfahren worden, daß unmittelbar aus den Messungen das Zwillingsgesetz ermittelt wurde, dazu dürften wohl die Zahlen von Auslöschungsschiefen nicht ausreichen, sondern es ist wohl vielmehr aus der Reihe der am Feldspat nach allgemeinen Erwägungen möglichen Zwillingsgesetze dieses Gesetz als zu den betreffenden Beobachtungsresultaten am besten passend ausgewählt worden. In ähnlicher Weise ist schon 1864 von Websky[1] auf das Vorhandensein dieses Gesetzes aus den Auslöschungsschiefen auf M bei Anorthiten des Gabbros von Neurode in Schlesien geschlossen worden.

Der Verfasser hat bei den Untersuchungen mit dem Fedorowschen Universalmikroskop an Einsprenglingsfeldspäten aus Keratophyren des Boberkatzbachgebirges (Niederschlesien) Gelegenheit gehabt, ebenfalls Beispiele dieses Zwillingsgesetzes anzutreffen, dessen Bestimmung in diesem Falle also mit einer Methode erfolgt ist, die in bezug auf das Ausmaß der Fehlergrenzen unmittelbar hinter der Feststellung durch goniometrische Messungen an Flächenwinkeln rangiert. In einem Dünnschliffe des Gesteines „vom Raubschloß zwischen Thomasdorf und Niederkunzendorf, Blatt Ruhbank" (Präp. der geol. Landesanst. „Ruhbank 19, 1911"), fand sich ein einfacher Zwilling nach diesem Gesetze, der einem Albit mit etwa 6 % Anorthitgehalt angehört. Der fast quadratische, etwa $\frac{1}{16}$ qmm große Schnitt zeigt eine einfache Zweiteilung in ungefähr gleichgroße Hälften, die äußeren Begrenzungslinien sind infolge von metamorpher Korrosion unscharf, lassen aber noch in ihrem Verlauf die ehemalige Begrenzung des Schnittes durch P und M erschließen. Die Schnittlage ist etwa 30° ungefähr in der Zone x, P, y gegen die Zwillingsachse geneigt und steht ungefähr senkrecht auf der optischen Symmetrieachse $\mathfrak{a}$ des einen Individuums. Die Spur der Verwachsungsebene verläuft ungefähr in der Richtung, die die Spur von P einnehmen würde, und ungefähr senkrecht zur Spur von M. Eine feine Albitlamelle, im Schnitte senkrecht zur Spur der Verwachsungsebene verlaufend, von etwa 0,002 mm Dicke, durchzieht beide Zwillingsteile ungefähr in der Mitte. Sie konnte bei der Messung wegen ihrer zu geringen

[1] M. Websky, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. **16**. p. 536.

Breite nicht mit aufgenommen werden; wäre dies möglich gewesen, so hätte man in der oben in Fig. 2 gezeichneten Anordnung noch das Zwillingsgesetz: Zw.A. ⊥ [100] // (010) viermal feststellen können. Die gegenseitige Orientierung der beiden Hälften nach dem Gesetze de l'Esterel zeigt Fig. 3 in stereographischer Projektion, wie sie nach dem Aufnahmeresultat der FEDOROW'schen Messung gezeichnet wurde. Die Anordnung der Pole der optischen Symmetrieachsen $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{c}$ in dieser Projektion zeigt, daß die Zwillingsachse in die durch sie gegebene Zone fallen muß, ferner weist

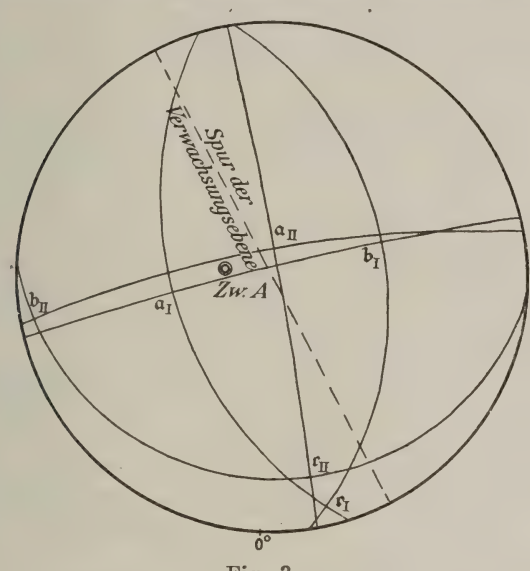


Fig. 3.

ein durch die Pole für die beiden Symmetrieachsen $\mathfrak{c}$ gelegter Großkreis, auf dem ja die Zwillingsachse ebenfalls liegen muß, auf eine Lage dieser zwischen den beiden optischen Symmetrieachsen $\mathfrak{a}$ hin. Der Pol der Zwillingsachse ist in der Projektion graphisch aus der Symmetrie in der Anordnung der optischen Symmetrieachsen beider Zwillingsteile ermittelt worden, die Abstände dieses Poles von den Polen für die optischen Symmetrieachsen (= Winkelabstand der entsprechenden Richtungen) gibt folgende Tabelle:

Abstand von	I.	II.	Mittel
$\mathfrak{a}$	24	24	24
$\mathfrak{b}$	68	68	68
$\mathfrak{c}$	85½	85½	85½

Die gute Übereinstimmung der Werte ist hier nicht als eine Folge besonders günstiger Messungsresultate auszulegen, sondern die

Fehlergrenze von $\pm 2^0$ (s. o.) für alle Fälle aufrecht zu erhalten. Die angegebenen Werte führen auf dem Ussow'schen Feldspatdiagramm [1] auf einen Albit mit etwa 3 % Anorthitgehalt auf der Kurve für das de l'Esterelsche Gesetz. Die Spur der Verwachsungsebene (siehe Projektion) entspricht in ihrer Lage zu den optischen Symmetrieachsen der Spur einer Fläche von der ungefähren Lage der Basis, die also als Verwachsungsebene zu gelten hat.

An einem weiteren Beispiele aus demselben Präparate wurde ein Schnitt beobachtet, der eine Verbindung des de l'Esterel-Gesetzes

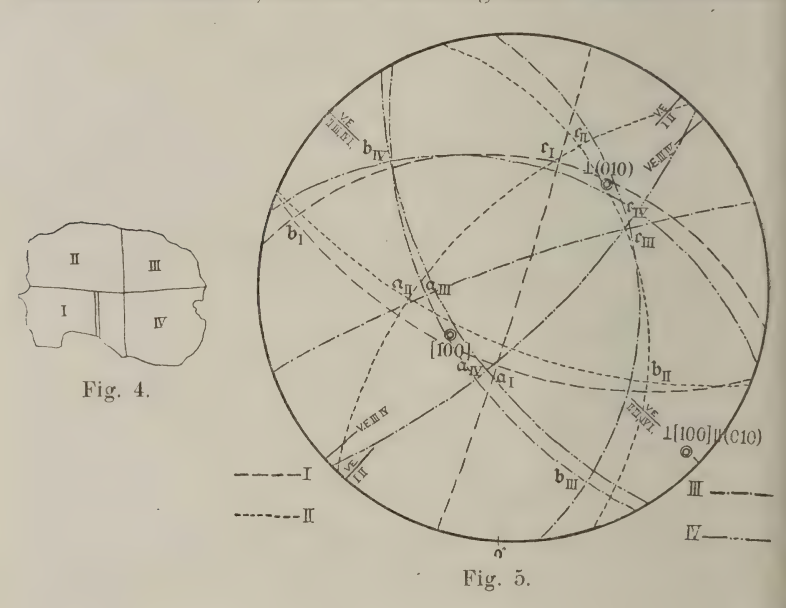


Fig. 4.

Fig. 5.

mit dem Albitgesetz nach dem G. vom Rath'schen Typus vom Mte. Arcuentu zeigt. Fig. 4 gibt eine mit dem Abbé'schen Zeichenapparat nach dem mikroskopischen Bilde entworfene Skizze dieses Schnittes in etwa 35facher Vergrößerung. Die vier Zwillingsteile I, II, III, IV haben ganz verschiedene Auslöschungen, so daß man jeweils nur einen Quadranten in volle Dunkelstellung zu bringen vermag. Nach dem Resultate der Untersuchung mit der Universalmethode stehen die Teile I : II und III : IV in Verbindung nach dem Gesetze de l'Esterel, I : IV und II : III nach dem Albitgesetz, während die kreuzweise stehenden Teile I : III und II : IV nach dem aus beiden resultierenden Gesetze: Zw.A. ⊥ [100] // (010) orientiert sind. Der Zwillingsteil I trägt noch eine schmale, etwa

[1] Ussow, Die Fedorow'sche oder universaloptische Methode zur Bestimmung der Mineralien, insbesondere der Feldspäte. Tomsk, Schriften des Berginstitutes. 1910. Taf. X. Russisch.

0,015 mm breite Lamelle, wohl nach dem Albitgesetz, die aber wegen ihrer geringen Breite zur Messung ungeeignet war. Die Spuren der Verwachsungsebenen weisen auf (010) und (001) hin. Die nach den Messungsresultaten entworfene stereographische Projektion zeigt Fig. 5. Die drei, jeweils als Mittellage aus zwei Fällen des gleichen Gesetzes (bei kaum merklicher Differenz) graphisch ermittelten Zwillingsachsen sind in der Projektion durch kleine Doppelkreise markiert, von dem zu erwartenden Werte 90° weichen ihre Abstände nur um einen geringen, die Fehlergrenze ± 2 nicht übersteigenden Betrag ab. Als Abstände der Zwillingsachsen von den optischen Symmetrieachsen wurden folgende Werte ermittelt:

Zwillingsachse		I.	II.	III.	IV.	Mittel
de l'Esterel . . .	a	22°	23°	20°	20°	21°
	b	68	68	70	70	69
	c	86	86	88	87	87
Albitgesetz . . .	a	89	87	86	87	87
	b	74	72	72	74	73
	c	16	16	18	15	16
⊥ [100] // (010) .	a	68	66	70	70	68½
	b	27	29	26	25	27
	c	74	75	72	74	74

Fehlergrenze ± 2°.

Die Übertragung dieser Wertegruppen auf das Ussow'sche Diagramm führt bei allen drei Zwillingsgesetzen auf einen Albit mit etwa 4 % Anorthitgehalt.

Zwillingsgesetz la Roc Tourné

Zw.A. ⊥ [001] // (010), V.E. (010).

Zwillinge nach dem Gesetze la Roc Tourné sind in der Literatur etwas häufiger als solche nach de l'Esterel erwähnt. Als erster beschreibt sie G. Rose [1]. Bei diesen Zwillingen, die durch eine Kombination mit dem Albitgesetz nach dem Typus Col du Bonhomme etwas kompliziert sind, liegen Zwillingsteile nach dem Gesetze la Roc Tourné ausgesprochen mit der Fläche (010) nebeneinander, so daß hier von einem echten Beispiele dieses Gesetzes mit vollem Rechte gesprochen werden kann. Dem Karlsbader Gesetz, das hier durch die Kombination mit dem Albitgesetz ebenfalls auftritt, kann in keiner Weise ein Vorzug vor dem in Rede stehenden Gesetz gegeben werden, da beide nach der Verteilung der Berührungs-

[1] Über die Kristallform des Albites von dem Roc Tourné und von Bonhomme in Savoyen und des Albites im allgemeinen. Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 1865. **125**. p. 256.

flächen gleichberechtigt sind. Einfache Zwillinge nach dem Gesetze von la Roc Tourné hat G. vom Rath[1] von Labradoren aus Dolerit vom Hafnefjord in Island beschrieben. Daubrowa[2] erwähnt ähnliche Albitzwillinge wie die von Roc Tourné von Zöptau in Mähren und v. Lasaulx[3] solche von der Butte du Mt. Cau in den Pyrenäen. E. v. Fedorow fand mit seiner Methode vier solche Zwillinge an Albiten der Eruptivgesteine aus dem Bogoslowskschen Bergrevier[4], und C. Viola (l. c. p. 236) vermutet solche Zwillinge „nach dem Karlsbader Gesetz II. Art“ unter den Feldspatmikrolithen des Basaltes von Strathblane in Schottland[5].

Der Verfasser hat an zwei Schnitten von Einsprenglingsalbiten aus einem Natron-Keratophyr von Kirdorf bei Homburg im Taunus (Präp. der preuß. geol. Landesanstalt Homburg 1 u. 3, Steinbruch am NO.-Ausgang von Kirdorf) einfache Zwillinge nach diesem Gesetze gefunden. Der eine der beiden Schnitte (Präp. I) ist lang rechteckig ($1\frac{1}{2} : \frac{1}{2}$ mm) und zeigt eine einfache Zwillingsteilung in zwei ungefähr gleichgroße Hälften, deren Verwachsungsspur parallel zur langen Kante (M) des Rechteckes verläuft. Der Schnitt ist, wie die Untersuchung auf dem Fedorow'schen Universalmikroskope ergab, ungefähr senkrecht $\mathfrak{b}$; von dem Querschnitt durch das Prisma sieht man an dem einen Ende deutlich an beiden Zwillingshälften die Begrenzung durch die beiden Prismenflächen, so daß die Spur der Verwachsungsebene auf einen einspringenden Winkel trifft. Der andere Schnitt aus Präparat Homburg 3 desselben Vorkommens hat ebenfalls lang rechteckige Gestalt von 0,4 : 0,1 mm und ist in derselben Weise durch eine parallel der Längsrichtung des Schnittes verlaufende Verwachsungsnaht (// M) in zwei fast gleiche Hälften geteilt. Nach der Fedorow'schen Untersuchung liegt dieser Schnitt ebenfalls ungefähr senkrecht $\mathfrak{b}$; das Projektionsbild, das Fig. 6 zeigt, ist also ungefähr das gleiche wie beim vorigen Schnitte. Die Achsenebenen ($\mathfrak{a}_{I}\mathfrak{c}_{I}$ und $\mathfrak{a}_{II}\mathfrak{c}_{II}$), die infolge der Schnittlage $\perp \mathfrak{c}$ hier fast in der Schnittfläche lagen, wurden aus der Projektion graphisch ermittelt; eine solche graphische Ermittlung einer für die Messung zu schief liegenden Ebene bietet zugleich eine gute Kontrolle für die Brauchbarkeit der Messung der beiden anderen Ebenen. Nachdem man, vom Schnittpunkt dieser

---

[1] Über die chemische Zusammensetzung der Kalknatronfeldspäte, ein Beitrag zur Lehre der Isomorphie. Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 1871. **144**. p. 253.

[2] Zeitschr. d. ges. Naturwiss. Halle. 1874. **9**. p. 37.

[3] Zeitschr. f. Krist. **5**. p. 341.

[4] Zeitschr. f. Krist. **29**. 1898. p. 651.

[5] Während des Druckes erschien die Arbeit von S. Reinheimer über den Diorit vom Buch bei Lindenfels i. O. (Inaug.-Diss. Heidelberg 1920), in dem Feldspatzwillinge nach la Roc Tourné mit der Fedorow'schen Methode gefunden wurden.

letzteren ausgehend, durch Abtragen von jeweils 90° die beiden anderen Symmetrieachsen gezeichnet hat, kontrolliert man deren Abstand, der 90° betragen muß. Bei brauchbaren Messungen pflegt die Differenz von 90° höchstens ± 2° zu betragen. Zur Feststellung der Lage der Zwillingsachse in der Projektion denke man sich nun wieder die Großkreise durch $\mathfrak{a}_I\,\mathfrak{a}_{II}$, $\mathfrak{b}_I\,\mathfrak{b}_{II}$ und $\mathfrak{c}_I\,\mathfrak{c}_{II}$ gezeichnet,

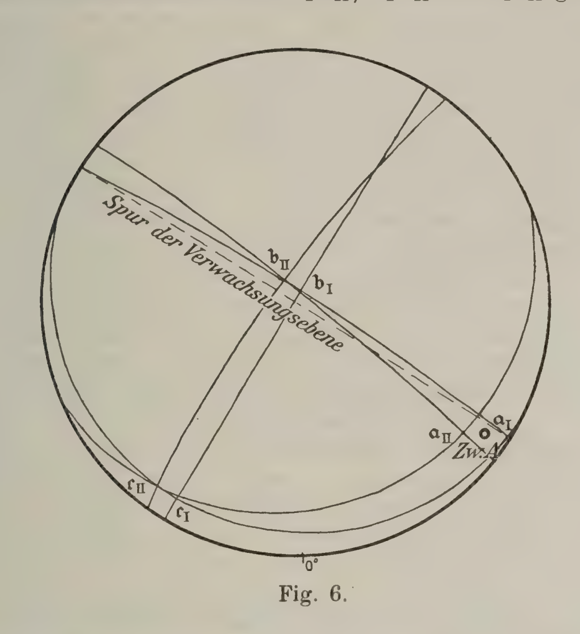


Fig. 6.

sie weisen auf eine Lage der Zwillingsachse in der Gegend von $\mathfrak{a}$ hin. Die Spur der Verwachsungsebene, die mit der Reihe der optischen Symmetrieachsen $\mathfrak{a}_I\,\mathfrak{a}_{II}\,\mathfrak{b}_I\,\mathfrak{b}_{II}$ ungefähr zusammenfällt, entspricht der Fläche (010). Als Werte für die Abstände der Zwillingsachse von den optischen Symmetrieachsen wurden folgende Zahlen erhalten:

Präparat I Abstand der Zw.A. von	I.	II.	Mittel
$\mathfrak{a}$ . . .	7½	7½	7½
$\mathfrak{b}$ . . .	83	83	83
$\mathfrak{c}$ . . .	88	88	88

Präparat II Abstand der Zw.A. von	I.	II.	Mittel
$\mathfrak{a}$ . . .	7	7	7
$\mathfrak{b}$ . . .	83	83	83
$\mathfrak{c}$ . . .	86	88	87

Als Fehlergrenze ist auch hier trotz der guten Übereinstimmung wieder ± 2° anzunehmen. Diese Abstände ergeben in dem Ussowschen Feldspatdiagramm einen Albit mit etwa 7 % Anorthitgehalt auf der Kurve für das Gesetz von la Roc Tourné.

Manebacher Gesetz

Zw.A. ⊥ (001), V.E. // (001).

Die Divergenz der Zwillingsachse des Manebacher Gesetzes von der des Karlsbader Gesetzes (etwa 25—30°) ist nicht so groß, daß mit den gewöhnlichen Mitteln eine Unterscheidung sofort möglich wäre; hier kann indes die Verschiedenheit in der Lage der Verwachsungsebene helfen. Beim Studium eines beliebigen Schnittes durch einen Zwilling im Dünnschliff wird von dieser Verwachsungsebene im allgemeinen aber nur festgestellt werden können, daß der Verlauf ihrer Spur nicht (010) entspricht, sondern vielmehr einer dazu ungefähr senkrechten Fläche. Bei einer vorweggenommenen Annahme eines Karlsbader Gesetzes in einem solchen Falle und einem vielleicht unbewußten Festhalten an dieser Annahme entsteht dabei leicht die Möglichkeit, daß diesem vermeintlichen Karlsbader Gesetz eine der Beobachtung mehr entsprechende Verwachsungsebene, etwa die (in der Literatur als selten erwähnte) Fläche (100), zugeschrieben wird. Dem Verfasser sind bei dem Studium der Einsprenglingsalbite der genannten Gesteine nicht selten solche einfach geteilte Zwillinge aufgefallen, bei denen eine Entscheidung für Karlsbader Gesetz mit (100) als Verwachsungsebene nahe lag. Die Nachprüfung solcher Zwillinge auf dem Fedorow'schen Universalmikroskop ergab aber in allen Fällen ohne weiteres das Manebacher Gesetz mit (001) als Verwachsungsebene. Für diese Gesteine wurde z. B. gefunden, daß das Manebacher Gesetz viel häufiger auftritt als man nach den gewöhnlichen Angaben über die Mengenverhältnisse der Zwillingsgesetze in der petrographischen Literatur erwartet hätte. In der deutschen Literatur liegen bisher leider noch keine systematischen Untersuchungen über diese Fragen vor, die Veröffentlichungen R. Sabot's[1] und anderer (Literatur siehe ebenda) zeigen aber, zu wie bedeutungsvollen Resultaten man bei Anwendung dieser exakten Methoden in der Frage der Verteilung der verschiedenen Feldspatzwillingsgesetze auf verschiedene Gesteinsgruppen kommen kann. Der oben erwähnte Fall des Manebacher Gesetzes ist weiterhin vielleicht noch geeignet, bei allen Fällen, wo in der petrographischen Literatur ein Karlsbader Gesetz mit (100) als Verwachsungsebene mit den gewöhnlichen Methoden am Dünnschliff festgestellt worden ist, den Vorbehalt einer Nachprüfung auf die Möglichkeit des Manebacher Gesetzes als angezeigt erscheinen zu lassen.

---

[1] La méthode de Fedoroff et son application à la détermination des Feldspaths. Compte rendu des Séances de la soc. phys. et d'histoire nat. **35**. No. 3. Août-déc. 1918.

In den vorstehenden Ausführungen sollte neben der Mitteilung der mineralogisch interessanten Beispiele von „selteneren" Feldspatzwillingen aus deutschen Eruptivgesteinen in erster Linie gezeigt werden, daß der Einblick, der in die Natur gesteinsbildender Feldspäte mit einer der Dünnschliffbeobachtung angepaßten quantitativen Methode, wie es die Fedorow'sche Universalmethode ist, gewonnen werden kann, ein ganz anderer ist als der, den die gewöhnlichen Untersuchungsmethoden an Dünnschliffen gestatten. Daß bei der Anwendung eines solchen Verfahrens nicht allein Auskunft über die Art des Zwillingsgesetzes und den Anorthitgehalt des betreffenden Feldspates erhalten werden kann, sondern auch Probleme von der weittragenderen Bedeutung, wie die Frage des Einflusses einer beigemischten Kalikomponente auf die optische Orientierung aufgerollt und durch Beiträge an Beobachtungen gefördert werden können, zeigen die Untersuchungen an solchen Feldspäten, die von dem oben genannten Autor und andern [1] veröffentlicht worden sind. Es wäre wünschenswert, wenn solche Untersuchungen an einem recht umfangreichen, auch einer chemischen Untersuchung zugänglichen Material angestellt werden könnten, dadurch würden die vielen Beobachtungen, die auf das Problem hinweisen, auf eine Grundlage gestellt werden, von der aus eine Ordnung vorgenommen werden kann, die schließlich zu praktisch verwendbaren Angaben für die Diagnose führen muß.

Berlin, 12. Februar 1920.

Zur Genesis und Systematik schlesischer Erzlagerstätten.

Von **G. Berg** in Berlin.

Die Geologie der schlesischen Erzlagerstätten wurde in der Festschrift zum XII. Allgemeinen deutschen Bergmannstag in Breslau 1913 in verschiedenen monographischen und zusammenfassenden Berichten von F. Beyschlag [2], P. Krusch [2], G. Berg [3] und für Oberschlesien auch von R. Michael [4] unter Berücksichtigung der damals neuesten Literatur eingehend erörtert. Seitdem hat Herr A. Sachs [5] in einer Reihe kleiner Aufsätze, die meist in dieser

[1] Literaturangabe s. a. a. O.

[2] F. Beyschlag und P. Krusch, Die Erzlagerstätten von Frankenstein und Reichenstein in Schlesien.

[3] G. Berg, Die Erzlagerstätten der nördlichen Sudeten.

[4] R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirks.

[5] A. Sachs, Weitere Mitteilung über die Bildung schlesischer Erzlagerstätten. Dies. Centralbl. 1914. p. 186—190; — Aszensionstheorie und Epigenese. 1914. p. 653—664; — Zur Systematik der Erzlagerstätten. 1915. p. 77—82; — Über pneumatogene Erzlagerstätten. 1915. p. 501—507.

Zeitschrift, z. T. aber auch als selbständige Broschüren erschienen [1], sich mehrfach über diese Materie geäußert und Ansichten über die Genesis und die systematische Stellung dieser Erzvorkommen veröffentlicht, die ziemlich weit von den in der Festschrift des Bergmannstages vertretenen abweichen. „Qui tacet consentire videtur", daher sei hier zu diesen Veröffentlichungen sowie zu einigen Aufsätzen, die BEUTELL und HEINZE [2] ebenfalls im Centralblatt veröffentlichten, Stellung genommen. Einige neuere Beobachtungen, besonders über den mikroskopischen Bau des erzführenden Serpentins von Reichenstein sollen in diese Betrachtungen mit eingeflochten werden.

1. Die Nickelerzlagerstätten von Frankenstein.

Bei Frankenstein finden sich bekanntlich in den zersetzten oberen Partien einer Serpentinmasse, im sog. Roten Gebirge, Nickelsilikate in kleinen, die Masse kreuz und quer durchsetzenden Gangtrümern sowie als Imprägnation der halb zersetzten Serpentine („Grauerze"). Mächtige erzfreie Quarzgänge sowie plagioklasreiche pegmatitähnliche Ganggebilde, die sog. Saccharite, durchsetzen das Ganze.

Über die Genesis des Vorkommens herrscht ziemliche Übereinstimmung. Man leitet jetzt allgemein das Nickelerz aus einem sehr geringen Nickelgehalt des Serpentins her, der bei der Verwitterung durch Fortführung der Magnesia und eines Teiles der Kieselsäure relativ angereichert wurde. BEYSCHLAG und KRUSCH lassen die Frage nach der Genesis des Serpentins noch offen, indem sie ihn möglicherweise für ein serpentinisiertes Kontaktgestein ansehen. Aber P. KRAFT [3], der 1914 die chemischen Vorgänge bei der Serpentinverwitterung untersuchte und in einer sehr übersichtlichen Tabelle darstellte, zweifelt nicht daran, daß der Frankensteiner Serpentin aus einem eruptiven Peridotit hervorging, in welchem das Nickel als Silikat dem Eisenmagnesiasilikat Olivin isomorph beigemischt war. Auch SACHS ist dieser Ansicht. Ob allerdings die Saccharite bei der Differentiation eines intermediären Magmas als saurer Pol dem Serpentin als basischem Pol gegenüber aussaigerten, wie SACHS annimmt, ist sehr fraglich und wird recht unwahrscheinlich durch die Beobachtung einer freilich nicht sehr deutlichen Kontaktwirkung des Saccharits auf den Serpentin. Wahr-

---

[1] A. SACHS, Die Grundlagen der Schlesischen Montanindustrie. Leipzig 1917.

[2] A. BEUTELL und K. HEINZE, Die Genese der Arsenerzlagerstätten von Reichenstein. Dies. Centralbl. 1914. p. 592—604; — Nephrit von Reichenstein, ein Übergangsprodukt vom Salit zum Serpentin. 1914. p. 553—560.

[3] P. KRAFT, Über die genetischen Beziehungen des dichten Magnesits zu den Mineralien der Nickelsilikatgruppe. Arch. f. Lagerstättenforschung. Heft 20.

scheinlicher ist es, daß der Saccharit, wie Krusch und Beyschlag annehmen, die aplitische Gangbildung eines Hornblende-Plagioklasgesteins darstellt, eines Gesteins, welches ebenfalls den Serpentin an einigen Stellen durchsetzt.

Stimmen die Anschauungen von A. Sachs über die Genesis des Vorkommens mit denen anderer Forscher also im wesentlichen überein, so steht er doch ganz allein mit der von ihm befürworteten Einreihung des Vorkommens in die Zahl der magmatischen Lagerstätten. Eine magmatische Lagerstätte kann nur eine solche sein, die die Konzentration des Erzes zu abbauwürdigen Massen einem magmatischen Differentiationsprozeß verdankt. In dieser Definition stimmen alle Lagerstättenforscher überein, und nur diejenigen Lagerstätten, die nach ihrer Ansicht magmatisch konzentriert wurden, werden von Beyschlag, Krusch, Vogt, Beck, Stelzner, Bergeat als magmatische oder magmatogene bezeichnet. Diejenigen Lager aber als magmatogen zu bezeichnen, für welche ein Magma der „Erzbringer" gewesen ist, würde einen vollkommenen Umsturz nicht nur der bestehenden Systematik, sondern auch der Grundbegriffe bedeuten, auf denen die Systematik sich aufbaute, und es ist daher eine solche Nomenklatur unbedingt abzulehnen. Man müßte ja dann auch die Zinnerzgänge, und zwar nicht nur die Zinnimprägnationen neben Spalten im Granit, sondern auch die echten Gänge im Nebengestein des Granits, die oft in sulfidische Quarzgänge übergehen, als magmatogen bezeichnen; letzten Endes könnte man alle Kupfer-, Blei-, Zink-, Arsen-, Antimon- usw. Gänge hierher rechnen, sobald man zu der Überzeugung gelangt, daß sie ihre Entstehung den Exhalationen irgend eines Eruptivgesteins verdanken. Eine kurze Definition der Genesis des Frankensteiner Vorkommens zeigt klar, daß es nicht magmatogener, sondern hydatogen epigenetischer, und zwar deszendenter Entstehung ist.

Die Frankensteiner Nickelerzvorkommen sind das Produkt der Zersetzung eines schwach nickelhaltigen Serpentingesteines. Die bei der Verwitterung entstehenden Nickelsilikate wurden in dem Zersetzungsrückstand des Serpentins, dem Roten Gebirge, relativ angereichert, teils wurden sie in schmalen Gangtrümern als kolloidale oder feinschuppige nickelhaltige Magnesiasilikate ausgeschieden (Nickelsilikatgänge), teils haben sie die unterlagernden halbzersetzten Serpentine imprägniert (Grauerz).

Wegen der Gangform der früher allein abgebauten Vorkommen von grünen Nickelmagnesiasilikaten rechnet man die Lagerstätte ebenso wie die völlig analogen von Neukaledonien als eine besondere Gruppe der großen Klasse der Erzgänge zu, obwohl sie ihrer Genesis nach eigentlich nähere Verwandtschaft mit den metathetischen und Verwitterungslagerstätten als mit der Mehrzahl der anderen Erzgänge hat.

2. Die Arsenerzlagerstätten von Reichenstein.

Bezieht sich die Divergenz der Meinungen über Frankenstein im wesentlichen nur auf die Stellung im System, so sind die Meinungsverschiedenheiten über Reichenstein wesentlich tiefgehender. Hier ist vor allem die Natur des Serpentins, in dem der größte Teil des Arsenerzes sich eingesprengt findet, strittig. Beyschlag und Krusch betrachten ihn wegen seiner engen Verknüpfung mit Diopsidgesteinen und wegen der allmählichen Übergänge, durch die er mit diesem Gestein verbunden ist, für ein serpentinisiertes Kontaktgestein. Sachs, Beutell und Heinze fassen ihn als ein serpentinisiertes Eruptivgestein auf. Die beiden letzteren, die die Gesteine der Reichensteiner Gruben eingehend untersuchten, müssen die engen Beziehungen zwischen Serpentin und Diopsidgestein zugeben und halten daher das letztere, das „graukamige Gebirge" der Reichensteiner Bergleute, für ein magmatisches Differentiationsprodukt, dem als basischerer Pol der Serpentin gegenübersteht. Sie wenden sich vor allem gegen die Annahme Beyschlag's und Krusch's, daß der ganze Serpentin aus der Umwandlung eines Diopsidgesteins von der Art des graukamigen Gebirges hervorgegangen sei, und betonen, daß die Serpentinisierung des Diopsids von der des Peridotits, den sie als Ursprungsmaterial des Serpentins annehmen, grundsätzlich verschieden sei. Sachs ist der gleichen Ansicht, hält aber das Diopsidgestein für ein Produkt der Kontaktwirkung des Serpentinmagmas auf den Kalk. Dieser Ansicht können aber Beutell und Heinze nicht beitreten, da das graukamige Gebirge nirgends zwischen Kalk und Serpentin, sondern stets im Serpentin, und zwar oft mit diesem in enger Wechsellagerung auftritt, eine Wechsellagerung, die sie als Fluidalstruktur zu erklären suchen. Unerklärt bleibt dabei freilich die enge Wechsellagerung, die auch zwischen Kalk und Serpentin zu beobachten ist, und das häufige Auftreten oft mikroskopisch kleiner, dichtgedrängter Serpentinelemente im Kalkstein, die als Übergangsbildung zwischen Kalk und Serpentin einen echten Ophicalcit entstehen lassen. Über diese Verhältnisse sei hier kurz auf Grund eigener eingehender mikroskopischer Untersuchung zahlreicher Dünnschliffe berichtet.

Diese mikroskopische Untersuchung der Gesteine der Reichensteiner Grube ergibt, daß sie sämtlich als mehr oder weniger umgewandelte Kontaktgesteine aufgefaßt werden können, und daß insbesondere der Serpentin nicht als ein umgewandeltes Eruptivgestein, sondern als ein serpentinisiertes Gestein von Kalk-Magnesia-Silikaten kontaktmetamorpher Entstehung anzusprechen ist. Von silikatführenden dolomitischen Kalksteinen mit serpentinisierten Silikaten führen alle Übergänge über echte Ophicalcite zu reinen, teils grünen, teils durch fein ausgeschiedenen Magnetitstaub schwarz gefärbten Serpentinen.

Die häufigste Silikatbildung im Kalkstein ist ein farbloser Diopsid, der meist einfache Kristallindividuen, nicht selten aber auch Zwillings-

bildung zeigt. Wenn er einzeln im kristallinen Kalkstein auftritt, bildet er gerundet polyedrische, unvollkommen automorphe Körner. Sehr oft ist er bereits ganz oder wenigstens randlich in Uralit übergegangen. Wo die Diopside einzeln im Kalk liegen, lagern sich die Uralitfasern den ehemaligen Diopsidkristallen parallel, wo aber bereits der ganze Kalkstein in einen Diopsidfels übergegangen war, entsteht meist ein recht regelloser, wirrer Tremolitfilz. In besonders magnesiareichen Kalksilikatgesteinen kann der Diopsid auch in wirrschuppigen Blätterserpentin übergehen. Der Serpentin bildet dann entweder eine Rinde um den Diopsid, oder er greift vollkommen unabhängig von der Spaltbarkeit wie eine krankhafte Wucherung in den Diopsid hinein. Durch weitere Umsetzung kann sich im Tremolitfilz ein ziemlich großblättriger, schwach eisenhaltiger Chlorit (Klinochlor) neu bilden. Tremolitisierte Diopsidgesteine bilden die Hauptmasse dessen, was der Reichensteiner Bergmann als Graukamiges Gebirge bezeichnet.

Neben dem Diopsid schieden sich unter der Einwirkung der Kontaktmetamorphose aber im Kalkstein noch andere, reine Magnesia-Eisensilikate aus, nämlich Humit und Forsterit. Man erkennt sie beide im silikatführenden Kalkstein am Mangel deutlicher Spaltbarkeit, den Humit und seine Zersetzungsprodukte außerdem an der gelben Eigenfarbe. Unter gekreuzten Nicols leuchten sie in den meisten Schnitten mit lebhaft bunten Polarisationsfarben hervor. Sie lieben es, völlig gestaltlose eirunde Körnchen zu bilden, welche die Calcitindividuen siebartig durchlöchern und oft sich eben berührend wie ein locker geschütteter Haufen Kügelchen erscheinen. Seltener bilden sie zackige, an das Wurzelwerk eines Baumes erinnernde Nester. Forsterit und Humit gehen leicht in Serpentin über, und da sich hierbei der Eisengehalt in Form feinsten Magnetitstaubes ausscheidet, so erscheinen diese Serpentine makroskopisch schwarz und sehen serpentinisierten Eruptivgesteinen sehr ähnlich.

Man findet jedoch alle Übergänge zwischen Ophicalciten, in denen die Forsterite und Humite serpentinisiert sind, über Gesteine, die nur Zwickel von Calcit zwischen den dichtgedrängten aus Forsterit hervorgegangenen Serpentinkügelchen zeigen, und endlich geschlossenen Serpentinmassen, in denen aber die Verteilung des Eisenerzes z. T. noch deutlich die Zusammensetzung aus dicht aneinander gepackten Serpentinbällchen erkennen läßt. Obwohl nämlich keine gesetzmäßige Anordnung der Antigoritblättchen bei der Serpentinisierung des Forsterits nachweisbar ist, so entstehen doch, da aus einem runden Korn des primären Minerals nur verhältnismäßig wenige und dickschuppige Serpentinblätter sich bilden, eigentümliche, im Querschnitt an eine Blumenknospe erinnernde Serpentin-Blätter-Klumpen, die man auch, wenn sie nicht einzeln im Kalkstein liegen, als aus einem einheitlichen Forsteritkorn entstanden erkennt. Diese Antigoritbällchen zeigt sehr deutlich die Fig. 9 auf p. 598 der Beutell-Heinze'schen Arbeit und genau dieselbe Struktur erkennen wir dann an den Einschlüssen eines aus dem nach Beutell echt eruptiven Serpentin entnommenen Arsenerzes (Fig. 3, p. 595) wieder. Nur in einigen Serpen-

tinen, in denen der Forsterit oder Humit wahrscheinlich in größeren, nicht gerundeten Individuen auftrat, fehlt nach der Serpentinisierung diese eigentümliche Bällchenstruktur, und es tritt an ihrer Stelle die bekannte Maschenstruktur auf.

Über die recht häufigen Ophicalcite sei hier noch ergänzend gesagt, daß die Forsteritknötchen sich oft in einer bestimmten Richtung aneinanderreihen, so daß wulstig begrenzte, aber doch im ganzen trumartig gestreckte Forsteritzonen, bezw. Serpentinzonen, den Kalk durchziehen. Leicht zu unterscheiden sind sie von den sekundär gebildeten Serpentinadern, die geradlinige Salbänder haben und nicht die eigentümliche Bällchenstruktur aufweisen. Helizitisch durchziehen Kohlenstoffstäubchen in langen Streifen den Kalkstein und gehen dann auch ungehindert durch die Serpentinknötchen hindurch. (Ein guter Beweis gegen die magmatisch-intrusive Natur solcher Serpentinäderchen.)

Wenn der Serpentin nachträglichen Bewegungen ausgesetzt wurde, so umschließt er bisweilen scharfeckige Kalkbrocken, bei weitergehender Bewegung aber bilden sich in ihm an den gestreckten Stellen Flaserungen, an den gestauchten Stellen divergentstrahlige Büschelstrukturen. Wo der Serpentin durch Zerrung aufgespalten ist, setzt sich in ihm niedrig doppelbrechende oder bunt polarisierender Chrysotilasbest fest. Man kann beweisen, daß dieser Asbest nicht nach der Aufspaltung in einen leeren Raum hineingewachsen ist, sondern daß er während der Aufspaltung sich in dem Maße bildete, wie die Spalte sich erweiterte. Es fehlt jede Mittelnaht in den Trümern, dagegen findet man mikroskopische schalenförmige Bruchstücke des Nebengesteins, die bei der Erweiterung von einer Seitenwand abgerissen sind, hinter denen sich neuer Asbest absetzte und die daher jetzt mitten im Faserasbest liegen. Streifen von Magnetitstaub sind durch Asbesttrümer quer zerrissen, und an den Salbändern der Trümer kann man eine Verdichtung dieses Magnetitstaubes nachweisen. Es sind also Teile des Serpentins vom Asbest verdrängt worden, und dabei ist der Magnetit nicht in den Asbest aufgenommen, sondern von ihm „pinolithisch“ zusammengeschoben worden. Wo nach der Bildung von Asbesttrümern wieder scherende Bewegung und Auswalzung eintrat, sind die Fasern verbogen und ausgewalzt, und es entstanden dabei optische Spannungserscheinungen, die sich oft durch wunderschöne wellenförmige Verteilung der lebhaft bunten Polarisationsfarben kennzeichnen. Auffällig ist, daß der Asbest später z. T. durch Calcittrümer verdrängt wurde, die quer durch den zarten Faserungsbau hindurch greifen, so daß die Spalte dann teils von längs geflasertem, teils von quer gefasertem Serpentin erfüllt ist. Häufig ereigneten sich auch auf den Spalten schon vor deren Ausfüllung mit Chrysotil gleitende Bewegungen. Solche Erscheinungen, die recht deutlich aus ihrer Fig. 12 (p. 600) ersichtlich sind, fassen Beutell und Heinze als nachträglich entstehende Chrysotilfaserung in kompakten Serpentintrümern auf.

Aus den feinen Uralitfilzen gehen durch Umkristallisation gröberere Tremolitaggregate hervor, was bis zu ziemlich groben Strahlsteinfelsen

führen kann. Bisweilen sind noch Diopsidreste in den Tremolitfilzen wahrnehmbar, auch Serpentinreste kommen darin vor, meist aber entsteht aus dem Amesitmolekül bei dieser Gelegenheit Talk, der in groben Blättern sich zwischen dem groben Tremolit findet. Daß auch die Tremolitfilze Stauchungszonen und Flaserungszonen infolge scherender Bewegungskräfte aufweisen können, ist selbstverständlich. Kalkspatwucherungen sekundärer Natur setzen wie in den Asbest so auch in den Tremolit häufig hinein.

Der Talk ist in den Tremolitgesteinen ziemlich häufig, besonders in den ausgewalzten Stellen ist er oft zu beobachten und bildet dann die Gleitflasern zwischen den unversehrten Tremolitmassen, oder er tritt in eigentümlichen wirbelartig angeordneten großblätterigen Massen auf. Im Serpentin bildet er bisweilen scharf umgrenzte Brocken, teils noch eckig, teils schon durch Schieferungsbewegung augenartig abgequetscht. In diesen Partien ist er meist äußerst feinkörnig und sericitartig kryptokristallin. Daß solche Talkbrocken aus ursprünglichen Kalk- bezw. Dolomitbrocken hervorgingen, beweist der Umstand, daß Kalksteinbrocken im Serpentin nicht selten von einer Talkkruste allseitig umzogen sind.

Derber Magnetit in Kristallen ist ziemlich selten im Serpentin. Wo er auftritt, neigte er zu einer gewissen dendritischen Anordnung, die ihn deutlich als eine ziemlich jugendliche Neubildung erkennen läßt. Er ist also nicht etwa ein Relikt eines Eruptivgesteins, aus dem der Serpentin hervorgegangen ist. Hie und da ist er auch auf Klüften angesammelt und bildet deutliche Trümer.

Chlorit kommt häufiger vor, meist in ganz großen, dicken Blättern. Oft schiebt er sich zwischen den Serpentin und die sulfidischen Erze (Magnetkies, Arsenkies) ein, scheint also unter Einwirkung der Erzlösungen (Eisenzufuhr) aus dem Serpentin entstanden zu sein. Selten ist im Kalkstein als Kontaktneubildung ein lebhaft brauner, stark pleochroitischer Biotit zu beobachten.

Granat in optisch anormalen Körnchen war nur ein einziges Mal sichtbar. Es ist dies eine recht auffällige Erscheinung für solche ausgesprochen kontaktmetamorphe Kalke, doch hat eben hier die Metamorphose einen etwas anderen Weg genommen und insbesondere basische Magnesiasilikate gebildet, aus denen dann der Serpentin entstehen konnte. Hat doch der Reichensteiner Kalk einen Gehalt an Magnesiacarbonat von nicht weniger als $40\frac{1}{2}$ %. (Auch der kontaktmetamorphe Dolomit des Rothenzechauer Marmorbruchs zeigt keinen Granat, sondern nur Serpentinknötchen, deren Menge aber hier nicht über die Bildung eines Ophicalcites hinausgeht.)

Ein optisch isotropes kolloidales Mineral, makroskopisch von wachsartigem Glanz und grüner Farbe, mikroskopisch von Myriaden kleinster bunt polarisierenden Nädelchen (Tremolit?) durchzogen, muß wohl als Opal angesprochen werden, falls nicht eine kolloidale Form des Serpentin- bezw. Amesitmoleküles vorliegt.

Daß in der Tat die sekundär auf Adern abgesetzte Serpentinsubstanz wenigstens teilweise in statu nascendi kolloidal war, zeigt ihr gelegentlicher Zerfall in kleinste, selbst bei 300facher Vergrößerung noch nicht völlig auflösbare Sphärolithen, die zwischen gekreuzten Nicols sämtlich

die Erscheinung des festen Kreuzes erkennen lassen. Man kann diesen Serpentin als Kugelserpentin oder Radiotin bezeichnen.

Das eigentliche Erz von Reichenstein, der Arsenikalkies, erweist sich überall als jüngstes Gemengteil (abgesehen vielleicht vom Schwefelkies und Magnetkies). Sein jugendliches Alter zeigt sich aber nicht etwa dadurch, daß er die Zwickel zwischen den älteren Mineralien allotriomorph ausfüllt, sondern im Gegenteil dadurch, daß er porphyroblastisch quer durch alle Gemengteile hindurch wächst, alle gelegentlich umschließend. Der Arsenikalkies ist von fremden Einschlüssen oft so erfüllt, daß er im Dünnschliff wie ein Sieb durchlöchert erscheint, aber selbst, wenn nur $\frac{1}{3}$ der Masse wirklich aus ihm, $\frac{2}{3}$ aus fremden Einschlüssen besteht, zeigt er doch nach außen hin seine höchst charakteristischen Kristallformen mit den spitzrhombischen Querschnitten, die bisweilen zu Zwillingen gepaart sind. Einschlußfrei sind meist nur die zartesten Säulchen. Wo das Erz in Tremolit liegt, ragt dieser in parallelen Nadeln von außen ein Stück in die Erzkristalle hinein, die dann nicht nur wie fein zerhackt, sondern manchmal geradezu wie ausgefranst aussehen.

Arsenerz findet sich besonders gern im Serpentin, im graukamigen Gebirge ist es ebenfalls häufig, und man kann hier u. d. M. beobachten, daß es gern die diopsidreichsten Stellen bevorzugt. Auffällig ist die Erscheinung, daß in einem ziemlich reichlich von Magnetitstaub durchsetzten Serpentin der Magnetit rings um die Arsenkieskristalle in kristallisationshofartigen Zonen fehlt. Ein Teil des Eisenerzstaubes im Nebengestein scheint also zur Bildung des Eisenarsenides mitverwendet worden zu sein. Andererseits ist aber auch eine Bildung von Eisensilikat um die Arsenkieskristalle nachweisbar, wobei freilich das Eisen ebenfalls dem Magnetitstaub entstammen kann. Die Erzlösungen waren offenbar fähig, den Magnetitstaub in Lösung zu überführen und verwandten ihn dann entweder zur Bildung des Arsenkieses selbst oder zur Bildung von Eisensilikat. Solches Eisensilikat ist meist dunkelgrüner Chlorit, der sich in Form von Bärten an die Arsenkieskristalle ansetzt. Seltener sind weißliche, an die Leukoxenrinden der Titaneisenerzkristalle erinnernde Neubildungen unbestimmbarer Silikate.

Zerquetschte und von kleinsten Asbesttrümchen wie zerhackte Arsenkieskristalle sind häufig, denn natürlich haben auch nach der Arsenkiesbildung noch Bewegungen im Gestein stattgefunden. Im ganzen ist aber die Arsenkiesbildung einer der letzten Vorgänge im Gestein und ist erst nach oder frühestens während der Serpentinisierung der Magnesiasilikate erfolgt.

Andere Erze als Arsenkies und Arsenikalkies sind sehr selten. Nur Schwefelkies und Magnetkies konnten beobachtet werden. Der Schwefelkies ist jünger als der Arsenkies. Er greift trumartig in die derben Arsenkiesmassen ein und ist bisweilen auch auf den Arsenkies aufzementiert. Daß er gelegentlich auch Einschlüsse im Arsenkies bildet, ist durch dessen siebartige Struktur zu erklären. Solche Schwefelkiespartikel sind nicht vom Arsenkies umwachsen, sondern in die Hohlräume des älteren Erzes einzementiert.

Magnetkies findet sich selten mit Arsenkies zusammen. Er ist wie dieser jünger als die Silikate, in die er metasomatisch in Form von Buchten und Schläuchen eindringt. In den Diopsid dringt er gern parallel dessen Spaltung vor. Auch er zeigt gegen Talk oder Serpentin nicht selten grünliche Chloritsäume.

Fassen wir auf Grund dieser mikroskopischen Beobachtungen den Serpentin als ein serpentinisiertes magnesiareiches Kontaktgestein auf, so erklärt sich sofort auf sehr einfache Weise seine Lagerungsform. Der vielfache Wechsel von Serpentin, Diopsidgestein, Ophicalcit und Kalk ist auf eine lagenweis etwas wechselnde chemische Zusammensetzung des Kalkes zurückzuführen, und eine Fältelung dieser Lagenstruktur bringt dann solche Bilder hervor, wie sie Beutell und Heinze in ihren Fig. 4—6 darstellen. Man kann ein leicht serpentinisierendes und ein nicht oder nur schwer serpentinisierendes Kontaktgestein unterscheiden. Letzteres, das graukamige Gebirge, besteht ursprünglich aus magnesiaärmerem Diopsid und geht während der Serpentinisierung des ersteren in wirrschuppige Tremolitmassen über, die Beutell und Heinze nicht mit Unrecht als Nephrite bezeichnen. Im kleinen bildet das serpentinisierende Gestein die Grenze dieses nephritisierenden gegen den Dolomit, so daß das Graukamige nirgends direkt an den Dolomit stößt, sondern immer durch Serpentinzwischenlage von ihm getrennt ist. Die Verknüpfung zwischen Dolomit und Serpentin ist so eng, daß Hare [1] ausdrücklich sagt, der letztere entwickle sich aus ersterem durch Überhandnehmen der Serpentineinlagerungen.

Vor allem wird durch die Annahme einer kontaktmetamorphen Entstehung des Ursprungsmaterials des Serpentins der Umstand erklärt, daß Dolomit, Serpentin und graukamiges Gebirge, so unregelmäßig sie gegeneinander abgegrenzt sind, doch zusammen eine einheitliche, ziemlich einfach linsenförmige Masse bilden. Diese Verknüpfung der Gesteine im großen, ihre geologische Position, ist für die Beurteilung der Genesis wichtiger als alle Einzelheiten der im Schubkasten liegenden Handstücke, und die Fig. 8 der Beutell'schen Arbeit muß jedem unbefangenen Beobachter die Überzeugung aufdrängen, daß hier eine durch Serpentin bezw. serpentinisierte Kalk- und Magnesiasilikate bis auf spärliche Reste verdrängte Kalksteinlinse vorliegt. Eine serpentinisierte Eruptivmasse hätte gewiß nicht nur die Kalklinse verdrängt, sondern hätte auch größere Apophysen ins Glimmerschiefergestein vorgetrieben. (Die gelegentlichen kleinen Serpentinäderchen im Schiefer, unmittelbar an der Grenze der Linse, sind natürlich sekundäre Infiltrationen.) Auffallend ist auch, daß das wesentlich kieselsäurereichere graukamige Gebirge, wie Beutell und Heinze selbst sagen, vorwiegend an der Grenze des Dolomits gegen den kieselsäurereichen Glimmer-

[1] R. R. Hare, Die Serpentinmasse von Reichenstein und die darin vorkommenden Mineralien. Dissertation. Breslau 1879.

schiefer zu finden ist, so daß man für diese Gebirgsteile an eine geringe Einwanderung der Kieselsäure in den Dolomit glauben möchte, eine bei der Kalksilikatbildung sehr gewöhnliche Erscheinung.

Der Absatz der sulfidischen bezw. arsenischen Erze selbst ist, wie so häufig bei Kontaktlagerstätten, etwas jünger als die Bildung der eigentlichen Kontaktmineralien, so daß wir auch hier ein eigentliches Kontaktstadium von einem sulfidischen Vererzungsstadium unterscheiden können. Die sulfidische Vererzung, die in den skandinavischen Skarngesteinen meist mit einer Uralitisierung verbunden war, ist hier ähnlich wie in Pitkäranta mit einer Serpentinisierung verbunden gewesen, nur im graukamigen Gebirge ist auch Uralitisierung bezw. Nephritisierung eingetreten. Gegen die Annahme einer magmatischen Ausscheidung des Erzes aus einem hypothetischen Peridotitmagma spricht das Vorkommen der Arsenkiese im Graukamigen und im Ophicalcit. Namentlich ersteres würde ja eine Auskristallisation des Erzes sowohl im sauren als im basischen Differentiationsprodukt darstellen, ein Vorgang, der allen unseren Erfahrungen von der magmatischen Erzkonzentration widerspricht.

Einer magmatischen Ausscheidung aus dem Serpentin widerspricht auch die Verknüpfung des Erzes in den mehr abseits gelegenen kleinen Erzvorkommen des Revieres nicht mit Serpentin, sondern lediglich mit Diopsidgesteinen. Das Erz ist hydatogen epigenetisch, während der thermalen Nachwirkungen im Kontaktbereich abgesetzt. Wir finden neben Arsenkies in geringen Mengen den für eigentliche Kontaktvorkommen bezeichnenden Magnetkies, dann aber auch echte „Gangerze“, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Antimonglanz, ja sogar, zwischen Kalk und Serpentin versteckt, als Seltenheit etwas Flußspat. Bemerkenswert ist auch, daß die Erscheinungen, die Wienecke[1] aus dem Glimmerschiefer, der dicht an der Lagerstätte anliegt, aus dem sog. Saumband beschreibt, teilweise ganz das Bild der an Erzgängen häufigen Sericitisierung aufweisen.

Sachs nimmt an, daß ein von Websky beschriebenes Feldspat-Augitgestein, welches aber in neuerer Zeit nicht wieder gefunden wurde, das Muttergestein (soll wohl heißen Stammagma) des Serpentins und damit der Erzbringer sei. Er sagt in den „Grundlagen der Schlesischen Montanindustrie“: der Serpentin habe Injektionen in den Kalk gesandt, daher könne man Reichenstein auch als Injektionslagerstätte bezeichnen. Diese Nomenklatur ist aber ebenfalls wie die für Frankenstein abzulehnen, denn eine Injektionslagerstätte kann nur eine solche sein, in welcher Erz in das Nebengestein injiziert wurde, niemals eine solche, bei der das Nebengestein mit dem darin enthaltenen Erz in einen Komplex älterer Schichten

[1] O. Wienecke, Über die Arsenerzlagerstätten von Reichenstein. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1907. p. 273.

intrudierte. Daß seine Annahme, das Graukamige sei ein Kontaktprodukt, welches das hypothetische Serpentinmagma im Kalk erzeugte, schon von Beutell bestritten wurde, erwähnten wir bereits.

Sachs bezweifelt, ob bei Reichenstein ein granitisches Magma in genügender Nähe vorhanden sei, um eine Kontaktmetamorphose zu erklären. Dies ist aber in der Tat in doppeltem Sinne der Fall. Erstens ist der benachbarte Gneis ein Orthogneis und die Schiefer der Umgegend zeigen mehrfach deutliche Injektionserscheinungen. Zweitens beschreiben Beyschlag und Krusch auch von zahlreichen Punkten, z. T. sogar in unmittelbarer Nähe der Grube, das Auftreten von echtem Granit in Gängen und kleineren unregelmäßigen Partien. Am Granitmagma, welches die Metamorphose verursachte, hat es also gewiß nicht gefehlt.

Zusammenfassung: Die Arsenerzlagerstätte von Reichenstein stellt sich als eine Imprägnation von Arsenkies und Arsenikalkies in Serpentin, Diopsid-Tremolitgestein und silikatführenden Kalksteinen dar. Serpentin, Diopsidgestein und Kalkstein, die gegeneinander in der unregelmäßigsten Weise begrenzt sind, bilden zusammen einheitliche linsenförmige Massen in kristallinen Schiefern in der Nähe von Granitdurchbrüchen. Die Silikatbildung erfolgte im stark dolomitischen Kalk unter dem Einfluß einer granitischen Kontaktmetamorphose, die Zufuhr des Erzes, die mit weitgehender Umwandlung der eben gebildeten Kalkmagnesiasilikate zu Serpentin verbunden war, in der darauffolgenden thermalen Nachwirkung der Granitintrusionen. Reichenstein ist als eine Kontaktlagerstätte mit Serpentinisierung der Kontaktmineralien aufzufassen.

3. Die Magneteisenerzlager von Schmiedeberg.

Von den Schmiedeberger Magneteisenerzlagern nimmt Sachs an, daß sie die kontaktmetamorphe Umwandlung älterer sedimentärer Eisensteinlager darstellten. Auch Klockmann [1] neigt dieser Ansicht zu, wenigstens erscheint ihm die nahe mineralogische Verwandtschaft zwischen den Schmiedeberger und gewissen skandinavischen Erzlagern, die man für regionalmetamorphe Umwandlungen von Sedimenten hält, auffällig. Zu der von Sachs und Klockmann vertretenen Annahme liegt jedoch für Schmiedeberg keinerlei Grund vor. Vor allem fehlt es vollkommen an einer sedimentären Eisenerzlagerstätte außerhalb des Kontaktbereiches, die man auf Grund ihrer geologischen Position als nichtmetamorphe Fazies der Schmiedeberger Lagerstätte auffassen könnte. Die Eisenerze finden sich

[1] Klockmann, Über kontaktmetamorphe Magnetitlagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1904. p. 73.

nur im Kontaktbereich, also werden sie wohl auch der Kontaktmetamorphose ihre Existenz, nicht nur ihre jetzige mineralogische Ausbildung verdanken. Aber es fehlt nicht nur das Eisenerz abseits vom Granit, es tritt auch in dessen Nähe an stratigraphisch ganz verschiedenen Punkten innerhalb des Kontaktbereiches mehrfach auf, z. B. bei der Stadt Kupferberg und am Moltkefels bei Schreiberhau.

Wenn vor der Metamorphose noch keine Erzlagerstätte vorhanden war, so müssen wir natürlich eine Zufuhr von Eisen an en jetzigen Ort des Erzvorkommens annehmen, aber eine solche Annahme ist durchaus berechtigt, denn wir wissen, daß die Exhalationen auch sehr saurer Magmen in erster Linie unter allen Schwermetallen Eisen enthalten; das wird sowohl von Wolff [1] in seinem Handbuch des Vulkanismus bestätigt als auch von Goldschmidt [2] durch seine wertvollen und genauen Studien über die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, bei denen er direkt eine „Ferrifizierung von Kalkstein“ durch Eisenzufuhr feststellen konnte. Auch das reichliche Vorkommen von Magnetit auf den Zinnerzlagerstätten von Billiton, das uns Groothoff [3] beschrieb, beweist uns die Fähigkeit des Granitmagmas, Magneteisenerz in beträchtlichen Mengen unter den Produkten seiner Exhalationen zu bilden. Gerade in diesem Punkt herrscht eine erfreuliche Übereinstimmung der vulkanologischen, petrographischen und lagerstättenkundlichen Forschungen. Für die Schmiedeberger Eisenerze ist aber eine Herkunft des Eisens oder wenigstens des ganzen Eisens aus dem Granitmagma nicht einmal nötig anzunehmen. Wir sehen auf Schritt und Tritt Übergänge zwischen den Eisenerzlagern und den Amphiboliten und Chloritschiefern, mit denen die Eisenerze gemeinsam zwischen den Kalksteinschichten liegen. Wo das Eisenerz vertaubt, geht es nach Untersuchungen des Verfassers [4] geradezu in stark eisenhaltigen Chloritschiefer über.

Bemerkenswert ist auch noch, daß die neueren Aufschlüsse die Zahl der selbständig auftretenden Magneteisenerzlager immer mehr und mehr verkleinert hat. Schon früher war es aufgefallen, daß die mächtigeren Erzvorkommen stets an die Grenze von Amphibolit und Kalk gebunden sind, und daß diejenigen Lager, die beiderseits von Amphibolit und Chloritschiefer oder beiderseits von Kalk begrenzt werden, nur geringe streichende Ausdehnung haben. Da sich obendrein verschiedentlich scheinbare Parallellager als Verdoppelungen eines einheitlichen Lagers ergeben haben, so zwar, daß durch Isoklinalfaltung und streichende Überschiebungen Teile

[1] Wolff, Der Vulkanismus. Stuttgart 1913—1914.

[2] Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Kristiania 1911.

[3] Groothoff, De primaire Tinertsafzettingen van Billiton. Diss. Delft 1916.

[4] G. Berg, Die Magneteisenerzlager von Schmiedeberg im Riesengebirge. Jahrb. Geol. Landesanst. u. Bergakad. 1902. p. 201.

desselben Lagers mehrmals nebeneinander im gleichen Niveau auftreten, so kommt man mehr und mehr zu der Auffassung eines einheitlichen Erzlagers an der Grenze von Amphibolit und Kalkstein mit mehrfachen gelegentlichen kleinen Begleitlagern auf dieser oder jener Seite des Gesteinswechsels.

Auch andernorts sind metasomatische Eisensteinlager häufig an die Grenze von Kalkstein gegen Diabas, Diabastuff, Schalstein usw. gebunden, Gesteine, wie sie wahrscheinlich unseren Amphiboliten und Chloritschiefern als vormetamorphe Ursprungsgesteine zugrunde liegen. Wir können daher annehmen, daß eine ganz analoge Metasomatose hier unter dem Einfluß der Kontaktwirkung des riesengebirgischen Zentralgranits eingesetzt und unsere Eisensteinlager gebildet hat.

Die Schmiedeberger Eisenerzlager sind Produkte einer kontaktmetasomatischen Umwandlung im Kontakthof des Riesengebirgsgranitits, die in erster Linie an der Grenze zwischen dem Kalkstein und dem an Eisensilikaten reichen Amphibolit vor sich ging.

(Schluß folgt.)

Zu A. Wichmanns Aufsatz: „Über Geschiebe von Ardennengesteinen im niederländischen Diluvium."

Eine Abwehr und Richtigstellung.

Von **A. Quaas.**

Durch Zufall erhalte ich von einem kleinen Aufsatze Kenntnis, den Herr A. Wichmann-Utrecht in dieser Zeitschrift [1] veröffentlichte. Bis Ende November 1919 war der ihn enthaltende Halbjahresband des Centralblattes — wenigstens im besetzten linksrheinischen Gebiete — noch nicht erschienen, lag der Aufsatz also nur in vom Verfasser verschickten Sonderabdrücken vor [2].

Der von Herrn Wichmann gewählte Titel läßt vermuten, daß der Autor uns etwas Neues und Sachliches über das Auftreten von Ardennengesteinen als Geschieben im niederländischen Diluvium zu sagen habe.

---

[1] A. Wichmann, Über Geschiebe von Ardennengesteinen im niederländ. Diluvium. Dies. Centralbl. 1919. No. 5 u. 6. p. 85—86. Sonderabdruck.

[2] Ich halte es bei der Schärfe des Angriffes für geboten, schon jetzt zur Abwehr und Richtigstellung zu schreiten, damit nicht in Fachkreisen der Glaube aufkomme, daß längeres Schweigen als ein Schuldeingeständnis von mir aufzufassen sei. — Bei heutiger Druckzeitdauer muß auch günstigstenfalls damit gerechnet werden, daß selbst bei glänzendster Rechtfertigung auf dem Angegriffenen „semper aliquid haeret"! Diesen Erfolg wird Herr Wichmann für sich buchen können. Möge er sich dessen erfreuen, so gut er kann!

Wer das erwartet, wird reichlich enttäuscht werden.

In Wirklichkeit benutzt Wichmann den Titel als Deckmantel für einen ebenso unerhört scharfen, bewußt persönlich verletzen sollenden und müssenden, wie — leichtfertigen Angriff gegen mich.

Den abzuwehren und niedriger zu hängen, macht der Angreifer dem Angegriffenen dabei nur zu leicht: braucht der doch Herrn Wichmann im ganzen bloß mit dessen eigenen Worten zu schlagen.

In Fachkreisen ist man zwar schon seit Jahrzehnten gewöhnt, daß Herr Wichmann mit seinen wirklichen oder vermeintlichen Gegnern nicht eben glimpflich umzugehen pflegt. Er scheint für seine Person zu meinen, daß „grob" und „deutsch" sich decken müsse, vergißt aber im vorliegenden Falle, daß nach bisheriger Weltschätzung auch deutsch-reden unbedenklich mit wahr-reden gleichgesetzt werden konnte. — Was ist doch gleich ein ordentlicher öffentlicher Hochschulprofessor? Nicht Wahrheitsforscher und -übermittler, damit auch geistiger und sittlicher Erzieher der akademischen Jugend? —

Und weiter: ist es nicht althergebrachter Brauch, Fachstreitfragen möglichst unvoreingenommen — sine ira et studio! — und erst nach reiflichem Er- und Abwägen anzuschneiden und auszufechten?

Der unbefangene Leser beurteile selbst, ob Herr Wichmann, Hochschullehrer in exponierter Auslandsstellung, diesen elementarsten Anforderungen, die an eine ernst zu nehmende Streitschrift gestellt werden müssen, gegen mich gerecht wird[1]! —

Doch zur Sache und da wiederum zunächst zur Erklärung und Feststellung der Sachlage, die durch Herrn Wichmann's Darstellung und Auslegung bedenklich verdunkelt worden ist!

In meiner Arbeit: „Zur Frage der Venn-Vergletscherung"[2] setze ich mich mit K. Stamm[3] über diesen Gegenstand auseinander. Ich komme dabei auf Grund eigener Beobachtungen zu glatter Ablehnung der von Stamm aufgestellten Theorie einer (jungglazialen) Vergletscherung des Hohen Venns.

Im Anschluß an und in Bezugnahme auf Stamm streife ich auch[4] im Vorbeigehen die von ihm aufgeworfene Frage einer möglichen Vergletscherung der Nachbargebiete des Hohen Venns, vor

---

[1] Dabei habe ich mit Herrn Wichmann weder je fachlich-sachlich die Klingen gekreuzt, noch bin ich mit ihm persönlich bekannt, will sagen verfeindet. Woher also die ganz offenkundige Voreingenommenheit, die hochbedauerlicherweise Herrn Wichmann's Hand bei seinem unglücklichen Angriffe gegen mich führte, kommt, ist mir ein menschliches Rätsel: manchem Leser wohl auch!

[2] A. Quaas, Zur Frage der Venn-Vergletscherung. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLI. 1917. p. 503—564.

[3] K. Stamm, Über Glazialspuren im Rheinischen Schiefergebirge. Verhandl. Naturf. Ver. d. Rheinlande usw. 69. 1912. p. 152—214.

[4] A. Quaas, a. a. O. p. 509/510.

allem der Ardennen. Gleich STAMM[1] muß ich dabei u. a. auch auf die Arbeit von A. WICHMANN[2] hinweisen, in der er aus dem Vorkommen von (gekritzten? d. V.) großen Ardennen-Quarzitblöcken im Niederländischen Diluvium auf eine wahrscheinliche starke diluviale Ardennen-Vergletscherung schließen zu sollen glaubte. Herr WICHMANN stützt sich dabei — wie STAMM schon an- und ausführt — auch auf ältere angebliche Beobachtungen von Anzeichen einer solchen Vereisung, die u. a. G. DEWALQUE[3] in der Schrammung und Kritzung von Ardennen-Quarziten erblickt. STAMM weist diese Anschauungen als zuweitgehend und unbegründet zurück und führt (a. a. O.) auch Kronzeugen unter den belgischen Geologen gegen diese — von WICHMANN durch Stützung auf jene ältere Literatur ausdrücklich übernommene — Vergletscherungstheorie an. Zu und über WICHMANN's Arbeit selbst sagt er in einer diesen Erörterungen angefügten Fußnote wörtlich[4]:

„In neuerer Zeit versuchte WICHMANN (1906) für die Ardennen eine starke diluviale Vergletscherung wahrscheinlich zu machen. Er stützt sich dabei einmal auf die vorher erwähnten Literaturstellen, dann auf das Vorkommen von z. T. sehr großen Blöcken von Ardennengesteinen im Niederländischen Diluvium. Doch scheint es sich bei letzteren z. T. um tertiäre Quarzite zu handeln, ähnlich unseren rheinischen Braunkohlenquarziten. Eine so großartige Vergletscherung eines relativ so unbedeutenden Gebirges paßt aber durchaus nicht in den Rahmen von Vorstellungen, die wir uns aus anderen Gebirgen über die Eiszeit gebildet haben. Auch müßte eine solche Vereisung in den Oberflächenformen und ganz besonders in den Flußtälern deutlich zum Ausdruck kommen, was aber nicht der Fall ist."

Herr WICHMANN findet es für richtig, von dieser Fußnote die für STAMM's Auffassung und Schlußfolgerung nicht unwichtigen beiden Schlußsätze in seinem Zitat[5] glatt wegzulassen. Das kann kein reiner Zufall sein, da diese beiden Sätze STAMM's Urteil über Herrn WICHMANN's Arbeit und die Ardennen-Vergletscherung im allgemeinen doch mit aller Deutlichkeit wiedergeben!

STAMM unterstreicht seine Ansicht über die von ihm abgelehnten Anschauungen älterer Forscher — damit also auch ganz klar und deutlich Herrn WICHMANN's — noch obendrein, indem er im Texte seiner Arbeit wörtlich — zusammenfassend — fortfährt[6]:

[1] K. STAMM, a. a. O. p. 163/166.

[2] A. WICHMANN, Over Ardennenverteenten in het Nederlandsche Diluvium benoorden den Rjin. Akad. v. Wetenschapen. Verslag v. d. Vergadering d. Wis.- en Naturk. Deel XIV. Amsterdam 1906. p. 44.

[3] G. DEWALQUE, Sur la présence des stries glaciaires dans la vallée de l'Amblève. An. Soc. Géol. de Belg. 12. 1884/85. Bull. Lüttich 1885. p. 157

[4] K. STAMM, a. a. O. p. 166, Fußnote 1.

[5] A. WICHMANN, Über Geschiebe von Ardennengesteinen usw. a. a. O. p. 86.

[6] K. STAMM, a. a. O. p. 166, Absatz 2.

„Sichere, eindeutige[1] Angaben über eine Venn- bezw. Ardennen-Vergletscherung fehlen also bis jetzt völlig in der Literatur.“

Diese Feststellung Stamm's übernehme ich, wie Wichmann richtig zitiert, fast wörtlich und zwar mit folgender Bemerkung[2]:

„Mit Recht betont Stamm noch, daß sichere, eindeutige Angaben über eine Venn- (bezw. Ardennen-) Vergletscherung bisher in der Literatur fehlen. Er weist daher sowohl G. Dewalque's angebliche Gletscherschrammen auf einem Quarzitblocke im Ameltale bei Stavelot, sowie des gleichen Forschers fragliche Strudeltöpfe an der Felsenquelle des Venn-Baches bei Malmedy und in einem Seitentale der Amel südlich von Stavelot, als auch A. Wichmann's Versuch, aus dem Vorkommen von verschleppten Ardennenquarzitblöcken im Niederländischen Diluvium eine Ardennen-Vergletscherung aufzubauen, als völlig unzulängliches Beweismaterial zurück.“

Ich wiederhole also schlechthin bloß Stamm's Ausführungen, die für jedermann, der verstehen will, doch nur als eine glatte Ablehnung der — sagen wir hier kurz — Dewalque-Wichmannschen Vergletscherungstheorie der Ardennen gedeutet werden können. Nur Herr Wichmann — ich glaube, er wird allein stehen mit seiner gewaltsamen Auslegung — nicht! — Er findet vielmehr, daß meine von ihm — überdies unvollständig — wiedergegebene Bemerkung „soweit sie wenigstens auf mich (= Wichmann) Bezug nimmt, unwahr“ sei, stellt ihr in seinem Nachsatze die oben angeführte Fußnote Stamm's unter Weglassung der beiden wichtigen Schlußsätze (vgl. oben) gegenüber und glaubt, meine Ausführungen, wie folgt, kennzeichnen zu sollen[3]:

„Muß die Anführung eines falschen Zitates bereits an und für sich als verwerfliche Handlungsweise bezeichnet werden, so erscheint sie in diesem Falle in einem um so häßlicheren Lichte, als Herr Quaas sich nicht gescheut hat, seine unwahre Behauptung unter der Maske eines Dritten vorzubringen.“

Ich habe vergeblich versucht, Herrn Wichmann's Gedankengängen zu folgen und eine Erklärung zu finden, wie er zu solcher Auslegung und Gegenüberstellung von Stamm's und meinen Ausführungen hat kommen können.

Hätte Herr Wichmann die gesamte Fußnote Stamm's wiedergegeben, wie ich sie weiter oben anführte, so müßte ihm bei einiger Selbsterkenntnis vor so gewagtem, mit den nackten Tatsachen in unvereinbarem Widerspruch stehendem Anwurf selbst bange geworden sein!

---

[1] Sperrdruck in Stamm's Arbeit. Ich übernahm diesen in meinem Zitat (a. a. O. p. 509).

[2] A. Quaas, a. a. O. p. 509/510.

[3] A. Wichmann, a. a. O. p. 86.

Ich kann also den Fachgenossen ruhigen Gewissens überlassen, nach dem mitgeteilten Sachverhalt selbst zu beurteilen und entscheiden, wer — Herr Wichmann oder ich — die „verwerfliche Handlungsweise eines falschen Zitates" beging, „die in um so häßlicherem Lichte erscheinen muß," als der Betreffende „sich nicht gescheut hat, seine unwahre Behauptung unter der Maske eines Dritten (Stamm, d. V.) vorzubringen." —

Nicht glücklicher ist Herr Wichmann im Schlußabsatze seiner Arbeit. Dort versucht er namentlich, mich mit dem gebrauchten Ausdrucke „verschleppte Ardennen-Quarzitblöcke im Niederländischen Diluvium" in gewissem Sinne festzulegen und damit seinen ganzen Angriffen — verstehe ich ihn in diesem Punkte wenigstens recht — die feste Ausfallbasis zu schaffen.

Er stellt sich dabei so, als ob er diesen Ausdruck „verschleppt" gegen mich deuten müsse! Denn, daß er weiß, daß „verschleppt" im vorliegenden Falle nichts anderes wie „verfrachtet" oder — ist ihm diese Bezeichnung geläufiger — „transportiert" besagen kann und soll, darf ich wohl von einem Hochschullehrer voraussetzen!

Gar mir unterzustellen, ich habe mit „Verschleppen" ein durch Menschenkraft Geschehen meinen wollen, ginge wohl selbst für Herrn Wichmann's Streitlust und Auffassungsgabe meiner Ausführungen zu weit!

Was hat dann aber Herr Wichmann an diesem Ausdruck auszusetzen? Daß er präziser vielleicht durch „verfrachten" hätte ersetzt werden können, gebe ich heute gern zu. Ich habe aber bei damaliger Niederschrift nicht im entferntesten daran denken können, daß Herr Wichmann einmal daran Anstoß oder ihn gar als Anlaß und Vorwand zu seinem Don-Quixote-Ritt gegen mich würde nehmen können: Ich wäre sonst nach den mit ihm gemachten Erfahrungen sicher vorsichtiger gewesen!

Außer Herrn Wichmann — darf ich annehmen — wird kein noch so aufmerksamer Leser Anstoß an dem Ausdrucke genommen haben.

Verraten darf ich Herrn Wichmann, daß ich für die Verfrachtung (= Verschleppung) namentlich der „zentnerschweren" Quarzitblöcke von den Ardennen her bis zur heutigen Ablagerungsstätte allerdings neben der Wasserkraft der diluvialen Maas auch Eiskraft, d. h. diejenige des Grundeises, mit annehme.

Über diese Auffassung, wie besonders auch über meine Kenntnisse der im Niederrheinischen Diluvium — also auch in Holland — auftretenden Gesteine und der Unterscheidungsmöglichkeit von cambrischen und tertiären Quarziten, sowie von Quarziten und „Braunkohlensandsteinen" hätte sich Herr Wichmann gut in meinen Arbeiten, die sich (seit 1902) mit diesen Gegenständen befassen, unterrichten können und sollen, ehe er den untauglichen Versuch machen durfte, mich in dieser Beziehung belehren zu wollen. Es wäre mindestens vorsichtiger und taktvoller gewesen!

Seine Belehrung wäre höchstens an STAMM's Adresse zu richten gewesen, der, wie WICHMANN doch selbst einen Absatz vorher in seiner Arbeit eigens wörtlich zitiert, die Vermutung ausgesprochen hat, daß ein Teil der von WICHMANN als Ardennen-Quarzite bezeichneten Gesteine „tertiäre Quarzite, ähnlich unseren rheinischen Braunkohlenquarziten“ sein könnten.

Doch habe ich mich mit keinem Worte mit dieser Auffassung STAMM's identifiziert, teile sie auch gar nicht, wie ich Herrn WICHMANN zu seiner Beruhigung gern zugestehe. Das hätte er übrigens meinen eigenen Textworten bei gutem Willen schon entnehmen können, da ich der von ihm wörtlich angezogenen und so grimmig angefeindeten „Bemerkung“ ausdrücklich nur von „Vorkommen von verschleppten“ (= verfrachteten, d. V.) „Ardennen-Quarzitblöcken“ spreche. Eindeutiger, Herr WICHMANN, konnte ich mich doch wohl kaum auslassen! Also, bitte, mehr Achtsamkeit beim Durchlesen von nach Ihrer Ansicht zu bekrittelnden Arbeiten, ehe Sie wieder Keulen schwingen!

Bei sorgfältigerem Durchlesen und Wiedergeben sowohl meiner, wie K. STAMM's Arbeit hätte Herrn WICHMANN auch der Fehler nicht unterlaufen dürfen, daß er von „Braunkohlensandsteinen“ spricht, während STAMM — nach WICHMANN's eigenem Zitat! — „Braunkohlenquarzite“ nennt, die von WICHMANN mit cambrischen Quarziten hätten verwechselt werden können. Ist das nicht auch wieder ein falsches, leicht vermeidbar gewesenes Zitat, Herr WICHMANN? —

Recht bedenklich oberflächlich und ungenau ist es auch, wenn Herr WICHMANN die im mir zum Studium anempfohlenen Bahneinschnitte bei Station Maarn — an der Bahnlinie Utrecht—Arnheim — auftretenden Sande als „Geschiebesande“ bezeichnet.

Soviel ich unterrichtet bin, stellen die dortigen Ablagerungen (alt)diluviale Rhein-Maasabsätze der Hauptterrassenzeit (ev. auch noch der sie unterlagernden „Ältesten Schotter“) dar, also ausgesprochene fluviatile Bildungen, während man doch unter „Geschiebesanden“ nach gazialgeologischem Sprachgebrauche, der einem Hochschullehrer geläufig sein sollte, allgemein Glazialabsätze versteht[1]! —

Zum Schluß noch ein Wort zu WICHMANN's Vergletscherungstheorie der Ardennen auf Grund von Vorkommen cambrischer (= Ardennen-) Quarzite im Niederländischen Diluvium: der eigentlichen Kernfrage all dieser — leider notwendig gewordenen Auseinandersetzungen und Feststellungen, von der Herr WICHMANN nur durch seine vorstehend gekennzeichneten Angriffe abzulenken versucht. Da er mit keinem Worte bestreitet, daß STAMM's, wie meine

[1] Sollten aber die Ardennen-Quarzite ja auch im Glazialdiluvium Hollands vorkommen, so müßten sie dort auf dritter Lagerstätte, in umgelagertem Rhein-Maasmateriale, auftreten.

Ausführungen richtig sind, die seine Theorie als unbegründet ablehnen, so ist — bei seiner Kampfeslust! — anzunehmen, daß diese Ausführungen ihn von der Haltlosigkeit seiner Behauptung überzeugt haben. Das wäre ein recht erfreuliches Ergebnis unserer Arbeiten[1]!

Ich habe in meiner Arbeit bewußt unterlassen, den Wichmannschen Versuch, auf Grund seines — ich wiederhole — völlig unzulänglichen Beweismateriales die Vergletscherung der Ardennen wahrscheinlich zu machen, nicht näher gekennzeichnet, um Herrn Wichmann nicht in die Arena zu fordern, kann mir aber nach seinen unerhörten Anwürfen nicht versagen, diesen Versuch hiermit als höchst leichtfertig zu bezeichnen: um so mehr, als Herr Wichmann als Geologielehrer wissen sollte und müßte, daß Gesteine, die zu **jung**diluvialer Zeit — nur damals hätten doch die Ardennen (wohl auch nach Wichmann's Ansicht) vergletschert gewesen sein können — frühestens von den Ardennen her verfrachtet bezw. verschleppt werden konnten, nicht in **alt**diluvialen Flußschottern am Niederrhein (= Holland) vorkommen können!!

Eine solche Inkonsequenz und Flüchtigkeit des Gedankenganges, wie der wörtlichen Darstellung sollte doch einem ernst zu nehmenden Wahrheitsforscher und -übermittler an die akademische Jugend wahrlich nicht unterlaufen! —

Die vorstehenden Angriffe Wichmann's, wie manche andere, ähnlich unerfreuliche fachwissenschaftliche Polemiken lassen recht bedauern, daß es noch keinen Berufs(oder Standes-)entscheidungs- oder -ehrenrat gibt, vor den solche Streitfragen gebracht und durch den — leidenschaftslos und unparteiisch — sie geklärt, beurteilt und für die Gegner verbindlich entschieden werden könnten.

Wieviel schöne, nützlicher anzuwendende Arbeitszeit, wieviel Papier- und Druckkosten, unnötige gegenseitige Erregung und Verbitterung, wieviel unerfreuliche Lektüre und wieviel überflüssiger, nur teilweise wissenschaftlich zu verwertender Literaturballast könnten so erspart werden!

Vielleicht nimmt für die Fachgenossen deutscher Zunge deren zurzeit größte wissenschaftliche Vereinigung, die Deutsche Geologische Gesellschaft, wenigstens für ihre Mitglieder diesen Gedanken einmal auf und setzt ihn dann baldigst in die Tat um.

In der Blütezeit der Rätesysteme — sollte man meinen — müßte solcher Gedanke ebenso naheliegen, wie leicht durchzuführen sein!

Ligneuville (Eifel), 8. Dezember 1919.

---

[1] Etwas skeptisch gegenüber dieser Hoffnung muß man allerdings werden, wenn man beachtet und bedenkt, daß Herr Wichmann im Titel seines hier näher erörterten Aufsatzes von „Geschieben" von Ardennengesteinen usw. spricht. Sind „Geschiebe" denn nicht eindeutig bezeichnete Glazialabsätze, Herr Wichmann? Wie unvorsichtig, sich so festzulegen!

Miscellanea.

In Amerika ist eine Mineralogische Gesellschaft — Mineralogical Society of America — gegründet worden. Präsident ist EDWARD H. KRAUS, Univ. of Michigan, Ann Arbor. Vizepräsident: THOMAS L. WALKER, Univ. of Toronto, Ontario, Can. Schriftführer: HERBERT P. WHITLOCK, American Museum Natural History, N. Y. Schatzmeister: ALBERT B. PECK, Bureau of Standards, Washington, D. C. Herausgeber: EDGAR T. WHERRY, Bureau of Chemistry, Washington, D. C. Dem Vorstand steht ein Beirat von vier Mitgliedern zur Seite.

Organ der Gesellschaft ist von Januar 1920 ab: The American Mineralogist. Journal of the Mineralogical Society of America. Die Leitung der einzelnen Abteilungen ist unter neun Fachvertreter verteilt; in jedem Monat soll ein Heft erscheinen. Das vorliegende erste Heft vom Januar 1920 enthält Abhandlungen von N. L. BOWEN: Echellite, a new mineral. H. F. GARDNER: The calcite cave in the New York State Museum. THOMAS L. WATSON: Note on the composition of allanite. — Mitteilungen über Sitzungen mineralogischer Zweiggesellschaften in Philadelphia, New York und Newark. — Satzung der neuen Gesellschaft. — Liste neuer Mineralien. — Auszüge aus den Fachzeitschriften Amerikas, Englands, Frankreichs, Italiens, Schwedens und Deutschlands.

Der Unterzeichnete wünscht der neuen Gesellschaft gutes Gedeihen und spricht die Hoffnung aus, daß die Fachvertreter aller Länder auf dem neutralen Boden der Wissenschaft sich zusammenfinden mögen zur Pflege ihrer gemeinsamen Sache, daß der Austausch der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse durch das vielversprechende neue Organ allseitig gefördert werde.

R. Brauns.

Besprechungen.

A. Gockel: Die Radioaktivität von Boden und Quellen. Sammlung Vieweg. Heft 5. 1914. 10 Textfig. 108 p.

Aus der Entdeckung von ELSTER und GEITEL, 1902, über die Veränderlichkeit der elektrischen Leitfähigkeit der Luft hat sich allmählich ein eigenes Forschungsgebiet entwickelt, das neben den sonst meist chemisch und physikalisch gerichteten radioaktiven Untersuchungen nach und nach sehr umfangreich geworden ist. Das vorliegende Buch stellt die Ergebnisse, die für Mineralogie, Geologie nicht minder wichtig sind, wie für Meteorologie, kurz aber recht vollständig zusammen. Die Resultate über diese Forschungen sind meist weit verstreut; so ist es sehr zu begrüßen, daß in

Tabellen die meisten für Gesteine, Mineralien, für Quellen und deren Absätze gewonnenen Werte vereinigt sind.

Es fehlen auch nicht Kapitel über die Folgerungen, die sich aus der radioaktiven Strahlung der die Erdrinde zusammensetzenden Komponenten ergeben, so über das Alter der Mineralien, über die Erdwärme und die der Luft eigentümliche durchdringende Strahlung.

Im Schluß sind Meßmethoden zusammengestellt, deren Prinzip in den einzelnen Kapiteln noch näher beleuchtet wird.

R. Nacken.

P. R. Alsdorf: Occurrence, Geology and Economic Value of the Pitchblende Deposits of Gilpin County. (Economic Geology. **11.** 266—275. 1916.)

Die Zusammensetzung der Pechblende von Gilpin County ist nach W. F. Hillebrand: 25,26 UO_3, 58,56 UO_2, 7,59 ZrO_2, 0,22 CeO_2, 0,70 PbO, 0,44 ZnO, 0,32 FeO, 0,16 MnO, 0,84 CaO, 1,96 H_2O, 0,15 N + He, 2,79 SiO_2, 0,22 P_2O_5, 0,43 As_2O_3, 0,12 $CuFeS_2$, 0,24 FeS_2; Sa. 99,95.

Als UO_2 berechnet 82,36. Dichte 8,068.

Eine Form des Auftretens ist primär in plutonischen Gesteinen, eine andere ist gebunden an Niederschläge aus heißen Lösungen in den metamorphen und den plutonischen Gesteinen. Ein drittes, jedoch nicht scharf identifiziertes Mineral mit Urangehalt tritt ebenfalls dort auf.

Verf. erörtert eingehend die geologische Lagerung der uranhaltigen Gesteine. Wegen Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden. **R. Nacken.**

St. Meyer und **E. v. Schweidler:** Radioaktivität. 541 p. 87 Fig. 1916.

Das vorliegende Lehrbuch ist wohl das beste für das Eindringen in die Gesetze der radioaktiven Strahlung. Vor allem ist es wertvoll infolge der vielen Literaturnachweise. Den Mineralogen interessieren neben den Kapiteln physikalischen und chemischen Inhalts besonders die, welche die Mineralien und Gesteine und die Beziehungen geophysikalischer Fragen zur Radioaktivität behandeln.

Hier sind zu nennen das einleitende Kapitel über allgemeine Folgerungen, die sich aus den Beobachtungen ergeben, z. B. die Möglichkeit, einen Maximalwert für das Alter der Erde mit 10^{11} Jahre aufzustellen, die sich aus der Zerfallzeit des Urans ergibt. Die Maximalmenge von Ra in einer etwa 16 km dicken Erdkruste ist mit 10^{10} kg anzusetzen. Von den direkten Wirkungen der Strahlungen sind die Ausführungen über Verfärbungserscheinungen herauszuheben. Es interessieren die Versuche, die mit Salzen aus-

geführt wurden, bei denen die Färbungen durch Strahlen mit den Farben der Metalldämpfe und kolloidalen Metalle verglichen werden. Insbesondere wird bei Boraten ein Parallelismus beobachtet, der zunächst zu der Auffassung führt, daß entladene elementare Metallatome in erster Linie vermutlich auch bei den Mineralfarben eine Rolle spielen.

Für die Chemie der radioaktiven Mineralien wichtig sind die Kapitel über Plejaden oder isotope Elemente. Die umfangreichen Kapitel der Beschreibung der einzelnen radioaktiven Substanzen der Uranreihe, Aktiniumreihe und Thoriumreihe geben auch Auskunft über Verbreitung und Zusammensetzung der entsprechenden Mineralien. In einem Schlußkapitel wird die Bedeutung der Radioaktivität in Geophysik und kosmischer Physik behandelt. Es seien die einzelnen Abschnitte mitgeteilt: Radioaktivität der Gesteine, Erdwärme, Alter von Mineralien und Gesteinen, Gewässer, Atmosphäre, Bodenluft, Ionisierung in geschlossenen Gefäßen, durchdringende Strahlung. Auf Einzelheiten kann im Referat nicht eingegangen werden. **R. Nacken.**

K. Fajans: Radioaktivität und die neueste Entwicklung der Lehre von den chemischen Elementen. Samml. Vieweg. No. 45. Braunschweig 1919. Mit 7 Abb., 112 p.

Das vorliegende Büchlein ist eine vorzügliche Zusammenfassung über die auf dem Gebiete der Radioaktivität bisher erlangten Resultate. Es führt mit einigen einleitenden Kapiteln in das Wesen der Radioaktivität ein und betont in den folgenden Kapiteln besonders die für die Chemie der Radioelemente so wichtigen Entdeckungen über die Zerfallsprodukte der radioaktiven Reihen, besonders die über die isotopen Elemente. Sie führen zur Aufstellung des vollständigen Systems der Elemente, das in Verbindung mit den neuesten Entdeckungen über die Ordnungszahlen der Elemente behandelt wird. Daran schließt sich eine kurze Darstellung über die Struktur der Atome, und schließlich wird in einem Nachtrag über die schwer zugänglichen Arbeiten RUTHERFORD's über die Zerlegung des Stickstoffatoms durch Zusammenstoßen mit α-Teilchen berichtet, wobei sich Wasserstoffkerne bildeten. Die gedrängte Kürze des Büchleins gestattet ein ausführliches Referat nicht; seine Lektüre ist jedem, der sich über diese Dinge aufklären will, dringend zu empfehlen. **R. Nacken.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Genesis und Systematik schlesischer Erzlagerstätten.

Von **G. Berg** in Berlin.

(Schluß.)

4. Die Erzlagerstätten von Kupferberg.

Bezüglich der Lagerstätten von Kupferberg nimmt Sachs an, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen den Gängen des Rudelstadter Gebietes und den Lagern im Untergrunde der Stadt Kupferberg, die Krusch [1] und ihm folgend auch Berg [2] als Kontaktlager auffaßt, nicht bestände. Der Unterschied ist aber sehr bedeutend. Diese Vorkommen sind echte Lager, teils von kompaktem Kies, teils Imprägnationen gewisser Chloritschieferlager oder lievritführender Magnetitlager. Auch Zinkblendelager von schwarzer Blende, ganz analog denen von Schwarzenberg, kommen vor. Ebensowenig wie die Kupferberger Lager kann man, wie es Sachs tut, die Vorkommen von Rochlitz, Spindelmühl, Schwarzenthal und Freiheit, die alle im Kontaktbereich des Granits liegen, als Gänge auffassen. Echte Gänge sind hingegen natürlich die Vorkommen bei Rudelstadt und zwischen Kupferberg und diesem Orte, Gänge, die indessen durch Führung von Feldspat und auch von dunkelviolettem Flußspat ihre „heißthermale“, dem Granitkontakt nahe Entstehung dokumentieren. Weniger „perimagmatisch“ im Sinne Bergeat's [3] sind die Gänge der Bleiberge, die nicht im Amphibolit, sondern in einem weniger metamorphen Grünschiefer aufsetzen, der nur durch Dislokationen in größere Nähe des Granits gebracht ist. Sie bieten mit ihrer wesentlich anderen aus Bleiglanz und Zinkblende bestehenden Füllung einen schönen Beweis dafür, daß die Nähe des Granits nur durch seine bei der Erstarrung emanierenden Lösungen, nicht etwa durch die später im Gestein zirkulierenden vadosen oder profunden Gewässer, einen Einfluß auf die Zusammensetzung der

[1] Krusch, Die Klassifikation der Erzlagerstätten von Kupferberg in Schlesien. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901. 226.

[2] Berg, Festschrift (s. o.) sowie auch Erläuterungen zur Geol. Karte von Preußen. Lief. 193. Bl. Kupferberg.

[3] Bergeat, Die Erzlagerstätten von Concepcion del Oro. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil-.Bd. XXVIII. 421.

Gangfüllung bewirkt. Wäre das letztere der Fall, so müßten die Gänge der Bleiberge dieselbe Zusammensetzung haben wie diejenigen von Kupferberg, da sie ebenso weit vom Granit entfernt sind wie jene. Da sie aber, wie der Mangel einer Kontaktmetamorphose ihres Nebengesteins zeigt, zur Zeit der Graniterstarrung vom Magmaherd wesentlich weiter entfernt lagen, zeigen sie eine andere, mehr apomagmatische Gangfüllung. Sachs möchte den Metallgehalt der Kupferberger Gänge aus dem Diorit ableiten, der den Amphiboliten, in denen sie aufsetzen, als vormetamorphes Gestein zugrunde liegt, denjenigen der Bleiberger Gänge aber von den Porphyrmagmen, die in Gängen das Gebiet durchziehen. Da aber auch bei Kupferberg zahlreiche Porphyrgänge sich finden und in den Bleibergen als überwiegendes Gestein neben den Porphyren Grünschiefer auftreten, die den Kupferberger Amphiboliten chemisch ganz nahe verwandt sind, kann hierin der Unterschied der Gangfüllung nicht liegen, wie denn überhaupt der Einfluß des unmittelbaren Nebengesteins von Sachs stark überschätzt wird, worüber im nächsten Kapitel noch zu sprechen wäre.

Die Lagerstätten von Kupferberg stellen eine Kombination von Gängen und mit sulfidischen Erzen imprägnierten Kontaktlagern (Kalksilikatlinsen, Magnetitlinsen, Lievritneubildungen) dar. Die Erzausscheidungen in den Gangspalten und den Kontaktlagern stehen im engsten Zusammenhang miteinander und mit der Intrusion und Erstarrung des benachbarten Granitmagmas.

5. Das Erzganggebiet von Altenberg in Schlesien.

Über die Gangnatur dieses Vorkommens herrscht keinerlei Zweifel. Nur gehen die Meinungen darüber auseinander, woher der Metallgehalt der Lösungen stammt, die auf den Gangspalten die Erze absetzten. Sachs, der den Vertretern der modernen Lagerstättenlehre den Vorwurf macht, daß sie zu einseitig der Aszensionstheorie und der Annahme einer Epigenese huldigten, ist selbst mindestens ebenso einseitig auf Lateralsekretion eingeschworen und führt seine Ansichten überall leidenschaftlich ins Feld, wo er irgendwelche Annahmen einer thermalhydatogenen Erzentstehung findet. Leider wählt er seine Argumente zum großen Teil aus der seit vielen Jahrzehnten veralteten F. Sandberger'schen Rüstkammer, der bekanntlich die Lateralsekretion für bewiesen hielt, sobald er im unmittelbaren Nebengestein eines Erzvorkommens Metallspuren entdeckte, bis ihm A. Stelzner nachwies, daß diese Metallspuren nicht das Reservoir seien, aus dem der Gang sein Erz entnahm, sondern daß es Einwanderungen von der Gangspalte ins Nebengestein wären. Für Altenberg ist ihm die Lateralsekretion „mit Sicherheit“ erwiesen, „da Pufahl im Kersantit daselbst Silber,

Kupfer, Blei und Gold" nachwies. Der Kersantit von Altenberg bildet aber nur ein schmales Trum in einem sehr mächtigen Erzgang, der ihn an beiden Salbändern begleitet. Die Auswanderung der großen Erzmenge des Ganges aus dem schmalen Kersantittrum ist völlig unmöglich, eine Einwanderung geringer Erzmengen ins Ganggestein aus den beiderseits anstehenden Erzen aber ohne weiteres erklärlich. Es wäre direkt verwunderlich, wenn der Kersantit keine Erzspuren enthielte. Als Kronzeugen für seine extrem auf Lateralsekretion eingestellten Ansichten ruft er dann noch auf Grund falscher Auffassung ihrer Ansichten Pošepný [1] und van Hise [2] auf, die beide in Wirklichkeit sehr entschiedene Anhänger des Aszensionismus sind. van Hise hat bekanntlich in seinen geistreichen und sehr plausibeln, aber immerhin hypothetischen Spekulationen die Annahme gemacht, daß die auf Gängen aufsteigenden (sic!) Erzlösungen ihren Metallgehalt aus weiten Gesteinsarealen entnehmen, durch die sie in großer geothermischer Tiefenstufe diffundieren, und daß sie im Aufsteigen bei Abnahme von Druck und Temperatur diese Metallgehalte auf den Spalten wieder absetzen. Dieser Vorgang ist aber keinesfalls eine Lateralsekretion, keine Auslaugung des Nebengesteins der Gänge. Wasser, das seinen Erzgehalt in einem Sandstein absetzt, kann das Metall in Tausenden von Metern Tiefe aus einem Granit oder sonst einem Gestein entnommen haben. van Hise wollte bloß zeigen, daß der Metallgehalt aufsteigender Lösungen nicht unbedingt aus einem Magma zu stammen, nicht juvenil im Sinne Suess' zu sein braucht. (Die Existenz juveniler Quellen wird übrigens von A. Sachs ebenfalls angezweifelt.) Diese aus großer Tiefe aufsteigenden Thermalwasser, wie sie van Hise schildert und für die vor ihm schon Pošepný eintrat, sind zwar nicht juvenil im Sinne Suess', aber man darf deshalb noch lange nicht mit A. Sachs sagen, Pošepný habe die Thermen für vados gehalten und sei daher auch ein Anhänger der Lateralsekretion. Pošepný schuf zuerst lange vor Suess den Begriff vados, um die Wasser zu bezeichnen, die nicht die vorhin geschilderte, bis in große Tiefe reichende Zirkulation durchmachen, eine Zirkulation, die Pošepný im Gegensatz zur vadosen die profunde nannte. Vados oder besser gesagt „nicht juvenil" im Sinne Suess hingegen sind sogar, wie Verfasser zeigte [3], die aus der Dehydratisation im Gebiet des Anamorphismus, also bei der Bildung kristalliner Schiefer freiwerdenden Wassermassen.

---

[1] Pošepný, Über die Genesis der Erzlagerstätten. Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. **43**. Wien 1895.

[2] van Hise, A Treatise on metamorphisme. U. S. Geol. Surv. Monogr. **47**. 1904.

[3] Berg, Über die Begriffe vados und juvenil. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1919. p. 23.

Wenn Pošepný die Thermen nicht oder nicht alle für magmatisch (wofür Suess[1] später den Namen juvenil schuf) hält, so erklärt er sie damit noch lange nicht für vados in seinem Sinne, sondern betrachtet sie, wie aus seiner grundlegenden Arbeit deutlich hervorgeht, für aszendent und der profunden Zirkulation entstammend.

Die Thermalnatur der Wasser, welche die Altenberger Erzgänge absetzte, wird erwiesen durch eine weitgehende „Thermalmetamorphose" des Nebengesteins, die Stauffacher[2] genau beschreibt und als Propylitisierung des Quarzporphyrs bezeichnet. Die Veränderung der Altenberger Nebengesteine steht übrigens nach Ansicht des Verfassers, so intensiv sie ist, der Sericitisierung näher als der Propylitisierung, ganz entsprechend der Natur der Gangfüllung, die mehr an die arsenkiesreichen Bleizinkerzgänge wie an die siebenbürgischen Goldgänge erinnert. Der Goldgehalt der Altenberger Gänge ist ja auch nur gering im Verhältnis zu dem der siebenbürgischen. Immerhin aber ist der Unterschied im Goldgehalt sowohl als in der Art der Thermalmetamorphose nur graduell, wie es ja auch Übergänge zwischen gold- und silberführenden Bleigängen und echten propylitischen Goldgängen gibt (Schemnitz).

Über die Propylitisierung nun hat Sachs besondere Ansichten. Er stellt eine Klasse der pneumatogen syngenetischen Erzvorkommen auf, denen er Erze zurechnet, die aus von Gas und Wasserdampf geschwängerten Magmen gebildet wurden, ganz gleichgültig, ob sie sich später auf Spalten konzentrierten. So sollen die Zinnerzgänge pneumatogen syngenetisch sein, was sich für die Zinnerze in einem Granit, der längs kleiner Spalten zu Greisen verwandelt ist, wohl noch verteidigen ließe, unmöglich aber für diejenigen Zinnerzgänge, die vom Granit aus weit in dessen Nebengestein vordringen. Diese sind unzweifelhaft pneumatogen epigenetisch und können demnach von den Zinnerzgängen im Granit nicht im System völlig getrennt werden. Der Sachs'sche Begriff pneumatogen syngenetisch ist eben bald mehr, bald weniger deutlich eine contradictio in adjectu.

Ähnlich wie die Zinngranite stellt sich nun Sachs auch die Propylite als primäre, mit Wasserdampf gesättigte Magmen vor, in denen deszendierende (natürlich!!) Kondensationsprodukte die Erze auf Spalten konzentrierten. Diese Ansicht, die allerdings nur als Hypothese vorgetragen wird, nimmt keinerlei Rücksicht auf die petrographische Natur und das mikroskopische Bild der Propylite, das uns zeigt, wie die eisenhaltigen Silikate in weitgehendem Maße durch Zufuhr von Schwefel beziehentlich Schwefelwasserstoff

[1] Suess, Über heiße Quellen. Verh. Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte. Karlsbad 1902. Teil I. p. 133.

[2] Stauffacher, Der Goldgangdistrikt von Altenberg in Schlesien. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1915. 53.

(ein bekanntes Vulkanexhalationsprodukt!) in Schwefeleisen umgewandelt sind. Auch die Quecksilberthermen sind nach SACHS solche Kondensationsprodukte wasserhaltiger Eruptivgesteine. Auch diese Erze sind daher nach ihm pneumatogen syngenetisch und nicht thermal epigenetisch, denn er sagt, sie seien nur sekundär durch Thermen umgesetzt, „man müsse aber ihre ursprüngliche Bildung beachten". Der Unterschied zwischen solchen pneumatogen syngenetischen Erzbildungen und magmatischer Differentiation liege bloß im Wassergehalt des Magmas.

Man hat bei dieser Hypothese das Gefühl, daß sie lediglich aufgestellt ist, um dem Aszensionismus noch einige Lagerstättengruppen zu entreißen. Mit solcher Beweisführung kann man jede Lagerstätte, die im Verdacht steht, aus juvenilem Wasser abgesetzt zu sein, als magmatogen syngenetisch oder pneumatogen syngenetisch bezeichnen. Da aber alles Erz, das nicht aus einem erstarrenden Magma stammt, nach SACHS vados und lateral sekretionär ist (vgl. die Betrachtungen über die Theorien VAN HISE's), so hätte damit SACHS den ihm so verhaßten Begriff der Aszension völlig aus der Welt geschafft. Quod erat demonstrandum.

Die Gänge von Altenberg in Schlesien stellen eine besonders arsen- und kupferreiche Fazies der kiesigen Bleizinkerzgänge dar. Die Natur der erzbringenden Lösungen muß man als thermal annehmen, da die Erzgänge in engster räumlicher Verknüpfung mit porphyrischen und kersantitischen Eruptivgesteinen stehen und da sie in ihrem Nebengestein sehr intensive z. T. an die Propylitisierung erinnernde Thermalmetamorphosen hervorgebracht haben.

6. Die Arsenkieslagerstätte von Rothenzechau.

Über die Entstehung dieser Lagerstätten hat der Verfasser [1] erst kürzlich eine kleinere Notiz gebracht, in der besonders die genetische von der des Arsenkieses ganz verschiedene Stellung des Magnetkieses erklärt wurde. SACHS widmet in seinen verschiedenen Veröffentlichungen dieser Lagerstätte nur wenige Worte. Er erklärt die Erze als Exhalationen eines granitischen Magmas und rechnet sie zu den Kontaktlagerstätten. Es wurde in der erwähnten Arbeit in der Zeitschr. f. prakt. Geol. von mir gezeigt, daß Kontaktlagerstätten im Sinne der bisher üblichen Nomenklatur eigentlich nur die Magnetkieslinsen seien; der Arsenkies bildet einen Lagergang, eine auf den Schichtflächen aufgerissene Spaltenbildung, die sich an die kontaktmetamorph in Kalksilikatgesteinen angesiedelten Magnetkiese anschart. Eine Exhalation im Sinne der

---

[1] G. BERG, Neue Beiträge zur Kenntnis der Arsenkieslagerstätte von Rothenzechau. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1918. p. 177.

Pneumatolyse ist der Arsenkiesgang nicht, da er stellenweise durch typische Bleizinkerzgangbildung vertreten wird.

Sachs möchte die Kontaktlagerstätten in Exhalationen und Injektionen unterscheiden; letztere sind aber, wenn wirklich Eindringen von Sulfidmagmen ins Nebengestein vorliegt, unter die magmatischen Lagerstätten zu rechnen. Sachs beruft sich auf das Beispiel von Bodenmais, dessen Kiesmasse Weinschenk[1] als ein erstarrtes Sulfidmagma auffaßt und das Beck unter die Kontaktlagerstätten rechnet. Beck tut dies aber, weil er die Richtigkeit der Weinschenk'schen Ansicht bestreitet. Von all den größeren Kiesmassen im Kontaktbereich von Eruptivmassen, die Beyschlag, Krusch, Vogt als intrusive Kiesgruppe zusammenfaßt, gilt dasselbe nämlich, daß man sie entweder als Injektion eines Sulfidmagmas auffassen und dann als Unterklasse in die magmatischen Lagerstätten rechnen muß oder daß man sie als massige Kontaktmetasomatosen ansehen und dann als Kontaktlagerstätten bezeichnen muß. Der Name Injektions-Kontaktlagerstätte ist wieder eine contradictio in adjectu.

Übrigens rechnet Sachs mit der Möglichkeit, daß die Arsenkiese von Rothenzechau Exhalationen des Gneismagmas, nicht des riesengebirgischen Zentralgranites seien. In diesem Falle müßte man aber erwarten, daß sie von der Regionalmetamorphose, die offensichtlich noch nach der Erstarrung des Gneises auf die Gesteine des Gebietes einwirkte[2], beeinflußt seien und in schieferige Massen, Fahlbänder oder ähnliche Gebilde übergegangen wären.

Die Arsenkieslagerstätte von Rothenzechau ist eine epigenetische Spaltenfüllung auf einer dem Streichen der steilgestellten Schieferschichten parallelen Gangspalte, ein Lagergang. Die Spalte schart sich an mächtige Magnetkiesmassen an, die durch Kontaktmetasomatose aus Kalkstein und Kalksilikatlinsen entstanden. Die Kontaktwirkung wurde vom benachbarten Granit ausgeübt, dessen magmatischer Nachwirkung wohl auch die hydrothermale Erzbildung in der Gangspalte zuzuschreiben ist.

7. Die Bleizinkerzlager von Oberschlesien.

Die Genesis dieser Lagerstätten stellt Sachs in Anlehnung an die Anschauungen G. Gürich's als eine Ansammlung von Erzen dar, die ursprünglich in den triadischen Sedimenten fein verteilt waren, und durch absteigende Sickerwässer gelöst und über dem undurchlässigen Sohlenkalk konzentriert wurden. Diese Annahme setzt aber den schwierig zu erbringenden Beweis voraus, daß die

---

[1] E. Weinschenk, Die Kieslagerstätten am Silberberg bei Bodenmais. Abh. Kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. II. Kl. 21.

[2] Vgl. G. Berg, Die kristallinen Schiefer des östlichen Riesengebirges. Abh. Geol. Landesanst. N. F. No. 68.

über dem Sohlenkalk liegenden Dolomite und die weiter oben folgenden Kalksteine einen primären Erzgehalt gehabt haben. Dieser Beweis könnte natürlich nur an Stellen erbracht werden, an denen ein Erzlager im Liegenden nicht entwickelt ist, denn die tatsächlich bestehende fein verteilte Erzführung im Dolomit nahe über dem Lager wird viel wahrscheinlicher als eine durch Diffusion aus den Erzlösungen entstandene Imprägnation erklärt. SACHS beruft sich darauf, daß entsprechend den Löslichkeitsverhältnissen zu oberst im Kalkstein die Bleisalze, weiter unten die Zinksalze und zu unterst die Sulfide anzutreffen seien, doch hat diese Dreiteilung, wie überhaupt das gesamte Auftreten der Carbonate von Blei und Zink, mit der primären Entstehung der Lagerstätte gar nichts zu tun. Diese besteht vielmehr aus Bleiglanz, Zinkblende und Markasit. Galmei und Cerussit sind sekundäre Bildungen in der Oxydationszone, und nur in der Nähe des Ausstriches der Lagerstätte sind diese Carbonate überhaupt zu finden.

Seine Beweise nimmt A. SACHS wie bei der Besprechung von Altenberg auch hier zumeist aus SANDBERGER's Rüstkammer. Er sagt z. B., daß sich Erze nicht in Spalten aus aufsteigenden Lösungen absetzen könnten, weil uns die Erfahrung an in Rohrleitung gefaßten Thermen lehrt, daß die Sinterabsätze nur am Quellaustritt, nicht in den lebhaft durchströmten engeren Kanälen erfolgen. Große Metallmengen könnten sich aus Thermalwässern nicht niederschlagen, da diese Lösungen allzu verdünnt seien. Daher sei eine aszendierende hydrothermale Genesis für metasomatische Erzmassen und Kieslager überhaupt abzulehnen. Sind denn, um auf die Kieslager, die SACHS natürlich für sedimentär syngenetisch hält, einzugehen, die Meereswasser in ganz oder halb abgeschlossenen Becken nicht ebenfalls in bezug auf ihren Schwermetallgehalt stark verdünnte Lösungen?

Er drückt auch bei der Besprechung der oberschlesischen Erzlagerstätten seine Abneigung gegen die Aszensionstheorie aus, indem er sagt: „Die Tendenz, möglichst viele schichtige, sulfidische Erzlager als epigenetisch aufzufassen, entspringt der Überschätzung der Aszensionstheorie.“ — In Wirklichkeit entspringt sie aber der Anwendung des Aktualitätsprinzips, da wir, abgesehen von Schwefelkiesanhäufungen, in bituminösen Sedimenten vor unseren Augen nirgends sulfidische Erze aus stehenden Oberflächengewässern sich niederschlagen sehen.

Daß es zur Jetztzeit in Oberschlesien keine Thermalquellen gibt, kann doch wohl nicht ernstlich als Einwand gegen einen Absatz der Erze aus aufsteigenden Lösungen angenommen werden. Eher könnte schon der Einwand stutzig machen, daß wir sonst epigenetische Vorkommen stets in enger Beziehung zu Eruptivgesteinsmassen finden, die in Oberschlesien gänzlich fehlen. Ganz abgesehen davon aber, daß uns vereinzelte Basalte die Möglichkeit

des Vorkommens vulkanischer Wasser auch im Gebiet der Oberschlesischen Platte beweisen, wissen wir aus den weiter oben erwähnten Gedankengängen von van Hise, daß aufsteigende erzhaltige Lösungen auch außerhalb der Vulkangebiete sich bilden können. Das Vorkommen kleiner Mengen von Bleizinkerzen in den Carbonschichten tief unter dem Muschelkalk und das Vorkommen von wahrscheinlich sekundär-dolomitischen Gesteinen im Rhät und Carbon beweist uns, daß tatsächlich solche Lösungen in der Tiefe zirkulierten.

Den eigentümlichen Umstand, daß aufsteigende Lösungen ihr Erz über einer undurchlässigen Schicht absetzten, hat der Verfasser[1] dieses dadurch zu erklären gesucht, daß die Lösungen in einen tieferen Grundwasserstrom eintraten, der sich über dem Sohlenkalk an der Basis des Dolomites hinzog, und daß hier ihr Sulfidgehalt eine Ausfällung erfuhr, die vielleicht durch den hohen Carbonatgehalt eben dieses Grundwasserstromes verursacht wurde.

Wir müssen daher, trotz der Einwände A. Sachs', zu folgenden Schlüssen kommen.

Die Bleizinkerzlager Oberschlesiens sind die Produkte einer metasomatischen Verdrängung der Dolomite des unteren Muschelkalkes durch Erzlösungen, die auf Spalten dem Gestein zuflossen und sich (vielleicht einem Grundwasserstrom folgend) im Dolomite, vorwiegend an der Grenze gegen den unterliegenden, weniger durchlässigen Sohlenkalkstein ausbreiteten. Die primären Erze waren sulfidisch, die Ausbildung der carbonatischen Erzmassen erfolgte sekundär unter der Wirkung der niedersinkenden Tageswässer. Die nur örtlich meist auf Verwerfungsspalten ins Gestein eintretenden Erzlösungen stammen wahrscheinlich aus der Tiefe.

8. Das Kobalt- und Zinnerzvorkommen von Querbach und Giehren.

Über die Form und Genesis dieser Lagerstätte herrscht noch ziemliches Dunkel. Sie setzt konkordant im Glimmerschiefer auf, nahe an dessen Kontakt mit einem Gneis, der mit Sicherheit als geschieferter Granit anzusprechen ist. Jüngere Granite sind, abgesehen von einem ganz geringmächtigen Granitporphyrgang, auf weite Erstreckung hin in der ganzen Gegend unbekannt, so daß man das Zinnerzvorkommen, welches man doch wohl wie alle anderen Zinnlagerstätten mit einem granitischen Magma in Beziehung bringen muß, ohne Zweifel als ein Produkt des Orthogneis-Magmas aufzufassen hat. Dieser Anschauung ist auch A. Sachs. Er hebt

[1] G. Berg, Die Entstehung lagerförmiger Sulfidmassen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1915. p. 45—52.

hervor, daß hierdurch das jüngere Alter des Gneises gegenüber dem Glimmerschiefer bewiesen würde, ein Beweis, den wir freilich nicht erst auf diesem Umwege zu erbringen brauchen, da vielfach Schiefereinschlüsse in den weniger stark gestreckten Teilen des Gneises nachzuweisen sind, und da im östlichen Riesengebirge im Bahneinschnitt bei Haselbach der Gneis in großen und kleinen z. T. querschlägig verlaufenden Gangtrümern den Glimmerschiefer durchsetzt.

Wenn die Erzführung eine pneumatolytische Wirkung des Gneismagmas ist, so ist von vornherein anzunehmen, daß die Erz- und Nebengesteine nach ihrem primären Bildungsvorgang noch weitgehende Umbildungen erlebt haben müssen, und hiermit stimmt auch der geologische Bau des Vorkommens sowie der mikroskopische Befund in erfreulicher Weise überein. Da der Verfasser im Herbst des Jahres 1916 Gelegenheit hatte, einige Wochen hindurch die Lagerstätte eingehend zu durchforschen, so sei es gestattet, hier einige Ergebnisse mitzuteilen, die aber leider wesentlich geringer sind, als man dies bei so eingehenden Studien erwarten könnte, denn die Grubenbaue sind völlig verbrochen und unzugänglich und man ist nur auf das Studium der sehr verstreuten alten Akten sowie einiger auf den Halden noch auffindbarer naturgemäß nur arme Erzstücke angewiesen. Nach Festenberg-Pakisch [1] führte eine $1\frac{1}{2}$—5 m mächtige Zone von Granatfels und Quarzit Lagen, die mit Zinn und Kobalterzen imprägniert waren, die sich gegen das erzleere Gestein nicht scharf begrenzten und auch im Streichen nur sehr ungleiche Erzverteilung aufwiesen. Das Kobalt fand sich hier und da auch in wohlabgegrenzten schmalen Quarztrümern. Im Westen beim Dorfe Giehren herrschte das Zinn, im Osten beim Dorfe Querbach der Kobaltgehalt, der an einen kobalthaltigen Arsenkies gebunden war, vor. In neuerer Zeit ist mehrfach die Ansicht ausgesprochen worden, daß das Erz an eine eigentliche Granatfelszone in den Glimmerschiefern „gebunden" sei, doch ist dies wohl nur insofern richtig, als dieser Granatfelsstreifen bloß eine Leitschicht abgibt, die jedoch genetisch nicht mit der Erzführung zusammenhängt. Diesen Granatfelsstreifen kann man weithin durch das ganze Glimmerschiefergebiet verfolgen, es haben sich auch an vielen Stellen Schwefelkiesspuren in ihm abgesetzt, aber Zinn und Kobalt ist nur innerhalb eines etwa 5 km langen Gebietes bei Querbach und Giehren in ihm und neben ihm zu finden. Der Granatfels läßt sich von Schwarzbach bis an den Hüttenhübel am Nordhang des Isergebirges verfolgen. Er ist zweifellos eine ursprünglich sedimentäre Einlagerung (mit erhöhtem Tongehalt) im Glimmerschiefer, vielleicht ist er sogar stratigraphisch gleichzustellen mit dem Granatfels des Luderfelsens und des Tafel-

[1] Festenberg-Pakisch, Der metallische Bergbau Niederschlesiens. Wien 1880.

steins im Eulengrunde. Die pneumatogen-epigenetische Erzimprägnation pflegte sich in seiner Nähe anzusiedeln, die Unabhängigkeit beider Erscheinungen ergibt sich aber schon daraus, daß die Mächtigkeit des Zinnerzgesteins bis zu 2 lr. oder selbst 5 m angegeben wird, während der Granatfelsstreifen in seiner typischen Ausbildung, wie wir ihn z. B. am linken Talgehänge des Giehrener Baches finden, nur 20—30 cm mächtig ist.

Die Erze von Giehren werden schon 1572 erwähnt. Die wichtigste Grube war der Hundsrücken westlich vom Dorf. Sie wurde 1591 mit großem Erfolg in Abbau genommen, lieferte dann nach einer Zeit des Stilliegens 1622—1627 102 Ztr. Zinn, 1660 bis 1668 351½ Ztr. Zinn, während sie 1729—1756 jährlich 130—200 Gulden Gewinn aus Zinnmetall abwarf. Der Zinngehalt soll 2—3 % betragen haben, doch wurden infolge des unvollkommenen Verfahrens beim Waschen und Schmelzen nur ¾ % ausgebracht. Angaben über andere Teile des Reviers sind noch ungünstiger, z. B. hatte der Johannes-Stollen (beim „Kochhaus") 1770—1771 nur 0,367 % Zinnausbringen aus seinem Erz und die weiter östlich gelegene „Hans-Reichelt-Zeche" bei einem Aufnahmeversuch sogar nur 0,25 % Schlich mit 42 % Zinngehalt. 1783—1789 suchten Berghauptmann von Heynitz und Graf Reden im Auftrage Friedrichs des Großen die alte Zeche wieder aufzuwältigen. Sie setzten einen 600 m langen Stollen an, von dem jedoch nur die knappe Hälfte zur Auffahrung gelangte. Es wird berichtet, daß damals in 44¼ lr. Tiefe quarzige Erze von 40 Zoll Mächtigkeit anstanden, die im Hangenden und Liegenden von kleinen Zwittertrümern sowie im Liegenden von einem 4—5 Zoll starken Quarztrum mit Kobalterzen begleitet wurden. Noch ¾ lr. weiter im Hangenden fand man ein schmales Kobalterztrum. Alle diese Erzmittel hörten aber schon nach wenigen Metern wieder auf. Mehrere hundert Meter im Liegenden baute man im 16. und 17. Jahrhundert in der „Kupferzeche" auf einem kleinen bald völlig erschöpften Kupfererzvorkommen ohne Zinngehalt. Im Osten bei Querbach trat in der Grube Maria Anna der Zinngehalt sehr zurück und der dortige Erzbergbau gründete sich mehr auf Kobalterzeugung. In Niederquerbach wurde ein von Friedrich dem Großen begründetes Blaufarbenwerk noch tief ins 19. Jahrhundert hinein in geringem Betriebe gehalten. Endgültig wurde hier der Bergbau erst 1842 eingestellt.

Sowohl das Zinnerz als das Kobalterz fand sich im Gestein zumeist nur in mikroskopisch feiner Verteilung, nur in den gröberen linsenförmigen Quarzknauern trat der Kobaltarsenkies sichtbar in die Erscheinung. Hundsrücken wie Maria Anna liefern auf ihren Halden noch zahlreiche Stücke, die mit Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende und z. T. auch Bleiglanz stark imprägniert sind. Es wurde sogar auf der Halde der Querbacher Grube 1916 ein kompakter, allerdings anscheinend kobaltfreier Arsenkiesknollen von

der Größe einer Kinderfaust gefunden. Man unterschied hier im Kobaltgebiet nach FESTENBERG-PAKISCH Scheideerze = Quarz mit Glanz oder Speiskobalt, Granaterze = Granat mit Glanzkobalt und Glimmer und Mißpickelerz = Quarz mit fein eingesprengtem Speiskobalt, Arsenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Blende.

Unter dem Mikroskop konnte nur in einem Viertel der aufgenommenen Proben Zinnerz nachgewiesen werden, und zwar waren es nicht sowohl die granatreichen als die schwach granatführenden quarzreichen Gesteine (bezeichnenderweise wird auch in einem alten Bericht von der Hans-Reichelt-Zeche gesagt, das dortige Erz wäre reich, aber granatig gewesen). Zwei der zinnerzführenden Gesteine waren sogar recht glimmerreich und erinnerten unbeschadet der deutlichen Schieferung auffallend an Greisen. Eines von ihnen führte auch Eisenglanz. Der Mineralbestand der Schiefer, abgesehen vom Erzgehalt, ist Quarz, Granat, Biotit, öfters Ottrelith und Muscovit, einmal Aktinolith sowie, nie fehlend, geringe Mengen scharfer Magnetitkriställchen. Sericit und Chlorit sind als sekundäre Umwandlungen häufig.

Das Erz läßt sich u. d. M. unterscheiden in solches, welches sich dem Gefüge des kristallinen Schiefergesteins einordnet, also jetzt nach der Metamorphose als scheinbar syngenetisch uns entgegentritt und solches, welches in Trümchen und verzweigten Nestchen offensichtlich epigenetisch das Gestein durchwuchert. Zur ersten Gruppe gehört striemiger Eisenglanz, wohlausgebildete Kriställchen von Pyrit, Zinnerz zwischen die Quarze hier und da wie ein gleichwertiger Gesteinsgemengteil eingeklemmt und Arsenkies, der zwar die Zwickel zwischen den Quarzen erfüllt, aber überall das Streben nach Ausbildung automorpher Kristalle erkennen läßt. Völlig allotriomorph sind Kupferkies, Zinkblende und in seltenen Fällen etwas Bleiglanz. Eine Mittelstellung nimmt der Magnetkies ein. Wir dürfen aber wohl nicht annehmen, daß Kupferkies, Magnetkies und Zinkblende nun einer späteren von der Zufuhr des Zinnerzes und Kobaltarsenkieses völlig unabhängigen Erzbildungsepoche angehören. Wahrscheinlich sind auch sie schon vor der Umkristallisation des Gesteines im Gefolge der Granitintrusion eingeführt, vermöge ihrer größeren Löslichkeit wurden sie aber alsbald wieder umgesetzt und vielleicht durch einen Zementationsprozeß nahe der Oberfläche angereichert.

Die Lagerstätte von Querbach und Giehren führt in mikroskopischer Verteilung Zinnerz und kobalthaltigen Arsenkies. Diese Erze wurden aus dem benachbarten, jetzt als Orthogneis vorliegenden granitischen Magma in das Nebengestein pneumatolytisch eingeführt, und zwar in einer besonders aufnahmefähigen Gesteinszone, die durch ihre allgemeine Granatführung sowie durch eine schmale Bank vom

eigentlichen Granatfels leicht kenntlich ist. Bei der Umwandlung des an den Granit grenzenden ehemaligen Sedimentes in Glimmerschiefer sind die Erze ins Gesteinsgefüge als scheinbar syngenetische Gemengteile aufgenommen worden. Durch sekundäre Umsetzungen erhielten aber Magnetkies, Kupferkies und Zinkblende wieder die Form allotriomorpher Trümchen und zackiger Nestchen.

9. Das Kieslager von Rohnau.

Über die Genesis der Rohnauer Kieslager stimmt der Verfasser mit Sachs vollständig überein. Die syngenetisch-sedimentäre Entstehung des Kieses läßt sich zwar nicht beweisen, da die Kieslager jetzt in regionalmetamorphem Zustand als Fahlbänder vorliegen, sie ist aber in hohem Maße wahrscheinlich. Die Kieslager von Rohnau stellen ein echtes Fahlband dar, d. h. das Produkt der Metamorphose (Kristallinen-Schieferbildung) einer schwach mit Erz imprägnierten Gesteinsschicht. Der Erzgehalt der Schicht war vor der Metamorphose wahrscheinlich sedimentären Ursprungs.

10. Die Kupferletten der Gegend von Hasel und Hundorf.

Auch über die Genesis dieses Vorkommens stimme ich vollkommen mit Herrn Sachs überein, nur scheint mir die Analogie mit den Kupfererzen von Radowenz, Wernersdorf, die Sachs erwähnt, sich nur auf eine ebenfalls syngenetisch-sedimentäre Genesis zu beschränken. Im einzelnen sind die Wernersdorfer Vorkommen recht verschieden von denen von Hasel, da hier Imprägnationen in rotliegenden Sandsteinen vorliegen, und da kleine, linsenförmige, septarienähnliche Kalksteineinschlüsse vielfach den Erzgehalt des umliegenden Gesteins durch einen „metasomatischen Austausch im kleinen“ in sich konzentriert haben.

Der Vollständigkeit halber seien noch zwei schlesische Erzlagerstätten, die Sachs nicht weiter erwähnt, hier angeführt und in kurzen Worten charakterisiert.

11. Das Kupfererzvorkommen der Grube Maximilian bei Ludwigsdorf.

Einem mächtigen Lagergang von taubem Quarz schmiegen sich kleine, z. T. im Streichen ganz kurze, quarzige Kupfererzgänge jüngeren Alters an. Diese führten in der Zementationszone sehr reiche Erze, sind aber außerhalb derselben unbauwürdig.

12. Die Arsen-Golderzgänge von Hußdorf-Wünschendorf.

Geringmächtige, durch Querverwerfungen oft sehr zerstückelte Gänge mit Arsenkies und Schwefelkies von geringem Goldgehalt, der in der Zementationszone bis zur Bauwürdigkeit angereichert war.

Über die Rolle des Vaterits und gallertigen Kalkcarbonats bei der diagenetischen Erhärtung der Sedimentkalke.

Von Dr. **Otto M. Reis.**

In den Geogn. Jahresh. 1916/17 und 1918 habe ich bei Gelegenheit der monographischen Bearbeitung der Gestaltung, des Feingefüges, der Systematik und der Entstehung der Achate eine bis jetzt nicht bekannte Achatart als Blasenfüllung eingehend beschrieben und zu erklären versucht, welche bis zu 80 % aus Kalkcarbonat besteht. Weit davon entfernt, daß diese Füllung auch nur äußerlich etwas mit einem feinschaligen, feinfaserigen, wechselnd gefärbten Kalksinter gemein hätte, glaubt man überhaupt zunächst nicht ein vom Chalcedonachat sehr verschiedenes Gebilde vor sich zu haben, wenn nicht die rhomboedrische Spaltbarkeit sofort überall auffiele; wer sich aber daran erinnert, daß auch sedimentäre Quarzite oft rhomboedrisch sich zerklüftet zeigen, der greift zur Salzsäure und überzeugt sich, daß Dreiviertel der Masse sich unter CO_2-Entwicklung auflösen und ein äußerst feiner, weißlicher Pulverstaub übrigbleibt, welcher gestaltlich fast amorphe Kieselsäure ist, kristallographisch und mineralchemisch die Eigenschaften des Chalcedons hat; es ist „Feinchalcedon", der nach den Untersuchungsergebnissen als unentwickelt bleibende Ausfällung aus Kieselsäurelösung eine Vorstufe des „Calcitachats" bildet, welche später durch die nachfolgende Kalkcarbonatlösung zu einer festeren, sehr achatartigen, mit einer mittleren inneren Quarz (= Amethyst) druse ausgestatteten Blasenfüllung sich „ergänzt" und welcher auch sonstige Eigenheiten des Chalcedonachat-Aufbaus nicht fehlen. Diese Gebilde kommen in der Rheinpfalz und Rheinpreußen neben dem Chalcedonachat in den Blasenräume führenden Porphyriten des Nahetals von Oberstein, Duchroth-Thalböckelheim und seltener Niedermohr vor, unterscheiden sich streng von den einfachen Calcitfüllungen der Blasen, sind stellenweise recht häufig, können aber selten gut und ohne starke Zertrümmerung als ganze Stücke aus dem harten Gestein gewonnen werden.

In vielen Fällen ist nun der „Feinchalcedon" im meist einheitlich kristallisierten Calcit ganz gleichmäßig und ziemlich dicht verteilt, so daß der Calcit selbst bei recht dünnem Schliff eine gleichmäßige Trübung zeigt; fast in jedem Stück sieht man aber auch Bilder eines raschen Verlaufens in ganz klaren Calcit (Doppelspat), mehrfach an gewissen vergleichbaren Stellen des Aufbaus, wobei die mikroskopische Untersuchung erweist, daß der Feinchalcedon in verschiedensten Formen gewaltsamer Zerbröselung und Zerstäubung von ganz klarem, Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse

zeigenden Doppelspat umwachsen ist; andererseits läßt sich daneben auch erkennen, daß die Schichtbänderung in einen diesem Klarcalcit entgegengesetzten Raumteil geknickt und zusammengefaltet ist; auch zeigen sich Zerreißungen, welche mit Klarcalcit erfüllt sind und an deren Rändern Eisenoxydpigment (an anderer Stelle nicht von Calcit gebundener Feinquarz) angehäuft ist. Es ist das Bild einer Zerreißung infolge der Raumverringerung des Vorstadiums und eines dadurch bedingten Zuzugs von Kalklösung ohne neue Feinchalcedonausfällung.

Bei dieser Umwandlung kann nur an kolloidales Kalkcarbonat oder Vaterit gedacht werden; dieser ist nun trotz völligen Aufgehens in der kristallinisch meist einheitlichen Kalkspatfüllung in den „negativen" Resten einer ursprünglichen Faserstruktur nachzuweisen, da die jüngere Vateritfaserung auf den älteren, früher ausgefällten Feinchalcedon richtend eingewirkt hat und die Körnchen in deutlichen Reihenstreifen geordnet sind; diese Körnchenstreifen — ein Negativ der verschwundenen Faserung — sind noch tatsächlich im Feinchalcedon-Calcit erhalten und mehrfach im mikroskopischen Bild erkennbar nachzuweisen. Dem zur Seite steht, daß auch in gewissen Fällen die alte Oberfläche des wachsenden Vaterits in Kugelform erhalten ist. Durch die Möglichkeit des Nachzugs von reiner Kalkcarbonatlösung ohne weiteren Zuzug kolloidaler Kieselsäure in die abgeschlossenen Blasenräume ist dieser immerhin bemerkenswerte Vorgang sehr gut im einzelnen zu verfolgen und festzulegen.

Es ist nun die Frage, ob diese hauptsächlich in den Gesteinen der effusiven Eruptiva festgestellten Tatsachen auf Vorgänge in der Erhärtung der Sedimentkalke rückwirkend und verdeutlichend sein könnten.

Es sei zuerst an die Entstehung der sog. Entoolithe gedacht, welche sehr wohl Vateritoolithe gewesen sein könnten, mit einer tonigen Hülle umgeben, schließlich durch Nachzug von Kalkcarbonatlösung zu mehr und weniger einheitlich kristallisierten Calcitoolithen geworden sein könnten. Die faserigen Sphärolithgebilde, welche nach Harting in sich zersetzenden organischen Flüssigkeiten entstehen, sind nach Vater zum großen Teil Vateritoolithe. So könnte ein Teil der segmentiert radial zerrissenen Oolithe aus dem unteren Buntsandstein verständlich werden, wenn wir eine rasche Umwandlung von Vaterit in Calcit annehmen. Mit diesen gelangen wir zu den Seesinterkalkgewächsen (Stromatolithen). Auch hier zeigt sich eine Trennung in selbständig wachsende Stammzweige, deren Wachstum und Erhaltung vielleicht auch auf Vaterit und Vateritumbildung in Calcit zurückzuführen ist; auffällig ist einerseits das häufig körnige, aber auch grob und undeutlich strahlige Gefüge dieser Gewächse, andererseits der nicht seltene Vorgang einheitlicher Kristallisation, was der Anschauung der Vergleichbar-

keit mit der Calcitachatumwandlung nicht widerspricht; nur ist hinzuzufügen, daß entsprechende labile Modifikationen bei den übrigen gewöhnlichen Carbonaten nicht fehlen. Wichtig hierbei ist, daß das Vorkommen dieser Seesinterbildungen auf Lager mit reichlichen organischen Faulstoffen verteilt ist und daß ich nachweisen konnte, daß diese Verkalkung versteinernd in das Zellgewebe von inkrustierten Pflanzenresten eindringt, also eine organisch-kolloidale Grundlage [1] voraussetzt. Die von mir entdeckten Seesinterlagen und Ansätze dazu in dem fränkischen Schaumkalk und Myophorienschichten widersprechen dieser Deutung nicht (vgl. Geogn. Jahresh. 22. 1909. p. 102—107).

Was die Tutenkonkretionen betrifft, so kann kaum ein Zweifel sein, daß solche feingebänderte, wie in Geogn. Jahreshefte 1913, p. 287—289 beschriebene spätige Knollen doch ursprünglich entsprechend feinfaserig kristallisiert waren und daß bei einer etwaigen Anlage als Vaterit die Umwandlung in Calcit gewisse Abfugungsflächen erzeugen bzw. erweitern mußte, welche, wie dies nicht oft, aber gelegentlich beim Calcitachat tatsächlich der Fall ist, gerundete kegelförmige Zersprengungsfugen darstellen, andererseits aber auch der Bänderung entsprechen, wodurch die ringförmigen Absetzungen, welche schon bei der Anlage entstanden, erweitert werden; in die damit entstehenden leeren Spalträume werden entweder feinkörnige Tonteilchen hereingesogen, so daß in diesen gelegentlich eine Schichtabsetzung zu beobachten ist, oder es bildet sich kalkhaltiger Tonabsatz oder gar faseriger Kalkspat aus. Ich habe auch (Geogn. Jahresh. 1916/17, p. 112 Anm. 1) darauf aufmerksam gemacht, daß Calcitachat und Tutenmergel sehr ähnliche Kalk- und Silikatverhältnisse aufweisen.

Als eine besondere Wirkung der durch Vaterit- etc. Calcitkontraktionen entstehende Raumverminderung erkläre ich mir die Entstehung der in gewissen dichten Kalkbänken des Wellenkalks beobachtete Sigmoidalzerklüftung, welche sich im Hangenden und Liegenden unmittelbar an Mergelbänke mit entsprechenden sigmoidalen „Durchsinterungsstreifen" (vgl. Geogn. Jahresh. 22) anschließt [2]; letztere ist ganz dicht gesetzt und bleibt ohne Fugen, erstere steht deutlich abgefugt in leicht lösbaren Klüften in breiteren Abständen; es handelt sich um eine Kontraktionszersprengung,

---

[1] Vgl. auch die Verkalkung von fossilen Conferven etc. in meiner Fauna und Flora der Fischschiefer in Transbaikalien (Rech. géol. le long du chemin de fer de Siberie 1909, St. Petersburg).

[2] Noch in neuerer Zeit ist von Bücking diese Zerklüftung, die im Wellenkalk in bestimmter Weise stratigraphisch orientiert ist, auf „starken, schiebenden Horizontaldruck" zurückgeführt worden (Rhönführer. 21. p. 55—56). — Vgl. meine Ausführungen in Pollichia, Bad Dürkheim 1915, p. 101 Anm.

welche in den Mergeln nicht zu einheitlicherer, summarischer Wirkung kommt, wohl aber in den kalkigeren Bänken. Auch handelt es sich um Entstehungen einer raschen Diagenese der Schichten; ich habe festgestellt (Geogn. Jahresh. 1909. **22**. Taf. V Fig. 9), daß die Zerklüftung schon eingetreten war als ein diesem Horizont häufiger Geschiebekalk sich darüber bildete (ähnlich den raschen Erhärtungen in den Bohrwürmerbänken). Die ganze Durchsinterung und ihre verschiedenen Folgen ist also hier ein Vorgang der Erhärtung der Schicht unter außergewöhnlichen Umständen, welche jenen gleichen, die von der nicht mit Körnchenauskleidung tapezierten Oberfläche von Bohrröhren aus in schon sich härtendem oder halbharten Gestein eine auch in Schichtungen vor sich gehende Gesteinsverdichtung mit Verdrängung von Schwefelkies nach der Seite verursachen (l. c. 1909. **22**. p. 149—156, Textbeil. zu p. 149 Fig. 3); bei der durch hangende Geschiebekalkbildung entstehenden Abschleifung des festen Meeresbodens wird unter dem Einfluß stark NaCl-haltigen Wassers der Schwefelkies zu hämatitischer Oxydation geführt.

Ich möchte auch hier glauben, daß bei diesen Kontraktionen die Umwandlung von Vaterit in Calcit mitspielt; die näheren Umstände der Vateritausfällung hängen wohl mit der Anwesenheit faulender organischer Substanz zusammen, welche größere Löslichkeit für Kalk verursacht, der aber rasch in Massen gelartig ausgefällt wurde und aus dem Gel in den nächstliegenden Faserzustand, den Vaterit, überging, in diesem aber lange verharrte, bis eine einheitliche aber vielstellige, jedenfalls diffuse Umwandlung in Calcit vor sich ging.

Es wurde bei den Untersuchungen über Calcitachat und die vorhandenen Zusammenziehungen, welche sich auch in Verdichtungen des Feinchalcedons gegen den Innenrand der intermittierenden Schichtung zu äußern scheint, auch die Frage erwogen, ob nicht Kalkcarbonat**gel** in jenen überwiegend großen Teilen der Calcitachatfüllung vorhanden gewesen sein könnte, in welchen keine Vateritfaserung im Negativ nachzuweisen ist; da aber eine sehr feinteilige Bewegung der Feinchalcedonkörnchen, welche die Faserung abspiegeln, überall stattgefunden hat, so kann das Vorhandensein oder Fehlen nicht unumgänglich maßgebend sein für Vaterit bzw. Carbonat**gel**; indessen dürfte die Annahme des letzteren als Vorstadium des Vaterits kaum zu umgehen sein und das Auftreten der stärkeren Faserung im äußeren, **älteren** Teil der Blasenfüllung bzw. ihrer Auskristallisation für sich sprechen.

Auch für die besprochenen Fälle in gewissem Umfang, noch mehr aber für die Frage der **Geodenbildung**, scheint mir die Annahme der Ausfällung gallertigen Carbonats von Bedeutung zu sein; die Kontraktionen bei der Entstehung der Septarienrisse bei Kalkmergel-Geoden dürften auf die Umwandlung eines labilen Carbonat-

stadiums von geringerer Dichte hinweisen [1]; das Ansaugen [2] von Calcit-
ösung aus der Geode und aus den in sie ausstreichenden Lagen
nach den Wandflächen der Septarienrisse, welche recht häufig von
selteneren Mineralien wie Schwerspat, Kupferkies, Zinkblende, Blei-
glanz begleitet bzw. ersetzt sind, darf als Folge der Vaterit- bzw.
Gelumwandlung betrachtet werden. Die reine Geodenbildung würde
als Folge rascher Ausfällung aus übersättigter Lösung und rascher
Umwandlung in diffus verteiltes Kalkcarbonat zu betrachten sein;
die in den Lebacher Schichten hiermit verbundenen Tutenkalkknollen
einer weniger massenhaften und raschen, welches auch an der
Außengrenze von dichten Geoden zu beobachten ist.

Eine Analogie dürfte in den Konkretionen von phosphorsaurem
Kalk zu sehen sein; ich möchte hier nur kurz darauf aufmerksam
machen, daß durch meine Untersuchungen über die Phosphoriti-
sierung der Muskulatur, Lederhaut, Rückenmark der phosphorsaure
Kalk in löslicher Form kristalloid durch das Sarcolemm der Muskel-
fasern hindurch getreten ist und in der isotropen Zwischensubstanz
des fibrillar-körnelig differenzierten Muskeleiweißes sich angehäuft
hat, dann daselbst als Gel ausgefällt wurde. Die mineralische Aus-
fällung geschah zunächst außerordentlich feinkörnig amorph und
hat im Laufe der Zeit häufig eine außerordentlich feinfaserige
„Entglasung" erfahren, welche einheitliche schwache Aufhellung
im polarisierten Lichte in bestimmten Gefügezügen verursacht.
Diese Ausfällung muß eine sehr frühe gewesen sein, welche auf
bestimmte Reserven gelöster Phosphorsäure in den Exkrementen
wirbeltierfressender Raubtiere zurückgriff. Es sei hingewiesen, daß
Bertrand-Ludwig in den Koprolithen von Bernissart auch phosphoriti-
sierte Muskelfasern nachwiesen; ein Teil der im feinkörnigsten Ver-
dauungsvorgang aus den nur vom Tier verschlungenen, mechanisch
durch Kauen nicht zerkleinerten Knochen ist also jedenfalls im
Spiralenddarm noch in gelöster Form übriggeblieben, um unverdaut
gebliebene Muskelfasern zu phosphoritisieren; dieser Phosphorit-
absatz muß allen übrigen mineralischen Vorgängen im Koprolithen
vorangegangen sein (vgl. Mem. Mus. roy. d'Hist. Nat. de Belg. 1903).

In diesem Zusammenhang hat anschließend H. Rauff auch
auf die Verkalkung der Kalkschwämme (vgl. Sitz.-Ber. d. Niederrh.
naturf. Ges. Bonn. 1894. p. 100—112 und N. Jahrb. f. Min. etc.
1895. II. p. 151) hingewiesen und bemerkt, daß die kalkige Er-
härtung der Calcispongien durch ähnliche Vorgänge der Kalk-

[1] Die vielen Septariengeoden, z. B. des fränkischen *Trigonodus*-Kalks
(vgl. Geogn. Jahresh. **22**. Taf. I Fig. 36 u. Taf. II Fig. 1), sind sehr tonarm
und lassen die Zerreißungserscheinungen nicht etwa auf Tongelzusammen-
ziehungen zurückführen, ebenso wie in vielen übrigen Septarien Ton ver-
hältnismäßig stark gegenüber den angehäuften Carbonaten zurücktritt.

[2] Vgl. Über „Ansaugung", ihre Ursachen und Wirkungen in Geogn.
Jahresh. 1916/17. p. 36—37.

anhäufung sofort nach dem Absterben der Tiere stattgefunden habe, wie dies für die Phosphoritisierung von Weichteilen nachgewiesen sei.

Die Entstehung von Kalkcarbonatgel scheint (vgl. Geogn. Jahresh. 1918. **31**. p. 82. No. 172) einer raschen plötzlichen Ausfällung aus einer übersättigten Lösung zuzuschreiben zu sein; während beim Chalcedon- und Calcitachat der Calcit und andere Carbonate in der ersten Achat-Generation und der Zwischenstufe zwischen I. und II. Gen. gleich in größeren Kristallen mit freien Kristallenden nach innen zu auswuchsen, wobei eine Bevorzugung der flachen Blasenunterseite, des „Bodens", als Sammler der von den Seitenwänden herabtriefenden Lösungen und senkrecht nach oben gerichteten Ausscheidungen nicht zu verkennen ist, wird die Entstehung des zu Calcit umgewandelten Vaterits bzw. Carbonatgels an den Feinquarz (= Chalcedon), dessen vorherige Ausfällung wohl außer Zweifel steht, weil die Feinkörnchen, welche für sich noch keine Gestaltung und Streckung haben, durch die Vateritfaserung radial „gerichtet" wurden, gebunden sein. Ich habe daher die Ansicht geäußert, daß durch den Feinchalcedon selbst eine Absaugung des Kohlendioxyds erfolgte und dadurch die mehr und weniger rasche Ausfällung der labilen Modifikationen des Kalkcarbonats bedingt wurde.

Das sehr verschieden mächtige Auftreten des Klarcalcits scheint nun auf eine bei diesem Eindringen mehr und weniger stark vor sich gehende Auflösung der älteren Feinchalcedonausfällung zurückgeführt werden zu dürfen, denn eine Auflösung von feinfaserigem Chalcedon beim Einwachsen von Carbonatkristallen habe ich an organischen Kieselgebilden[1] festgestellt, ebenso wie der Einschluß von Kalkcarbonat-, Gips- und Zeolith-Auflösungsresten, welche ich in Geogn. Jahresh. **22**, p. 223—227 und **31**, p. 87, 89 etc. nachwies, auch bei verschiedensten Fällen der Kieselsäureausscheidung in Achatdrusen festgelegt werden konnte[2]. Die Auflösung von Chalcedon-Kieselsäure in Calcitachat würde dann mit der Absaugung der Kohlensäure unter wechselndem Vorhandensein von Na vor sich gegangen sein. Im Klarcalcit ist das Auftreten von Gasblasen auffällig. Vielleicht liegt auch für die Gel- und Vateritbildung in sedimentären Kalken eine physikalisch verursachte Trennung des Kohlendioxyds aus der Carbonatlösung vor, wenn ich auch nicht verkennen will, daß auch rein chemische oder bakteriell chemische Vorgänge an der raschen massenhaften Aus-

---

[1] Geogn. Jahresh. **31**. 1918, Diagenese in kalkig-kieseligen Flyschgesteinen. p. 18—22. Taf. II Fig. 6 u. 14.

[2] Dr. Fr. Behr hat im „Steinbruch" (1916. p. 62 u. 63) in „Über die Dolomit- und Quarzbildung im Elberfelder Quarzzug" Quarzwachstum im Kalk mit Kalkkernen und reich an zonaren Einschlüssen bildlich dargestellt.

fällung des Carbonats schuld sein können; auch liegt mir natürlich fern, die oolithisch-stromatolithischen (exostratischen) Erzeugnisse mit den (entostratischen) mehr diagenetischen der Sigmoidaldurchsinterung und -zerklüftung über einen Leisten zu schlagen. Es sei hiezu noch auf Steinmann (Ber. d. naturf. Ges. in Freiburg i. B. **4.** Heft 5, **11.** Heft 1) und Salomon (Geol. Rundschau. **5.** Heft 7) verwiesen.

Die Altersbeziehungen der schwäbischen und schweizerischen oberen Meeresmolasse und des Tertiärs am Südrand der Schwäbischen Alb.

Von **W. O. Dietrich** in Berlin und **F. Kautsky** in Wien.

Wie in der Schweiz, so zeigt bekanntlich auch im Bodenseegebiet und in Oberschwaben das Tertiär eine Dreiteilung in „einen marinen Komplex zwischen zwei vorherrschend limnischen Schichtfolgen“ (Alb. Heim). Die drei Abteilungen werden heute allgemein als oberoligocän-untermiocän, als mittel- und obermiocän erklärt. Im folgenden wollen wir zeigen, daß es richtiger ist, die Grenze von Oligocän und Miocän zwischen das bisherige Untermiocän und Mittelmiocän zu legen, und daß die Parallelisierung des letzteren, also der Meeresmolasse, anders als bisher üblich, nämlich im Sinne beider Suess und von Th. Fuchs, mit den Ablagerungen der 1. Mediterranstufe oder des Burdigals erfolgen sollte.

Als konkretes Beispiel der Gliederung unseres schwäbischen Tertiärs wählen wir seine Randfazies im Ehingen-Ulmer Gebiet. Hier haben wir von oben nach unten folgende Schichtreihe:

Kieselschotter
Sylvana-Schichten
(= Kalk und Flinz)
Brackische Molasse
(Kirchberger Sch. mit *Oncophora*-Sanden)
Meeresmolasse
Omphalosagda-Schichten
(= Thalfinger und Öpfinger Sch.)
Ramondi-Schichten.

Zur Parallelisierung dieser Schichten steht ihr im ganzen nicht armer Fossilinhalt zu Gebote, die Land- und Süßwassermollusken, die marinen Mollusken und die Säugetiere. Auf Grund der erstgenannten hat W. Wenz in neuen Untersuchungen die untere Süßwassermolasse wie vorstehend gegliedert. Die *Ramondi*-Schichten

sind nach ihm äquivalent dem Landschneckenkalk von Hochheim, dem weißen Kalk der Gegend von Agen, den Süßwasserkalken von Wärzen usw. Sie gehören nach ihm dem Alter nach in die oberstampische Stufe = chattische Stufe, was nicht richtig ist, weil „chattische Stufe" gleichbedeutend ist mit dem Prototyp von „Oberoligocän", d. h. dem norddeutschen Oberoligocän, und die Stufe von Etampes („Stampien") mitteloligocäne Bildungen in sich begreift. Der Horizont der *Helix Ramondi* und des *Anthracotherium magnum* ist allerdings bei Depéret oberes Etampes, d. h. oberes Mitteloligocän, bei Repelin und Stehlin dagegen unteres Aquitan. Wir schließen uns der letzten Ansicht an. In diesem Horizont treten die letzten Anthracotherien *(Anthracotherium, Microbunodon)* auf, aber noch nicht die letzten Anthracotheriiden überhaupt. Die Fauna hat noch ausgesprochen oligocänes Gepräge. — Die eng mit den *Ramondi*-Schichten verknüpften *Omphalosagda*-Schichten enthalten bei uns eine ziemlich reiche und gut bekannte Mollusken- und Säugerfauna; sie sind nach Schlosser, Wenz u. a. äquivalent den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens, dem grauen Kalk der Gegend von Agen, den Phryganidenkalken von St. Gérand-le-Puy, den Asphaltkalken von Pyrimont-Challonges. Die *Omphalosagda*-Schichten stellt Wenz in die aquitanische Stufe, ihr Alter ist nach ihm und z. B. Schlosser untermiocän. Hier ist zu entscheiden, ob die *Omphalosagda*-Schichten noch zum Oligocän oder schon zum Miocän gehören. Dazu bietet die von Schlosser, teilweise auch von Stehlin und Roman untersuchte Säugetierfauna (von Eggingen, vom oberen Eselsberg und von Haslach bei Ulm) eine gute Handhabe. Die Fauna enthält keine Anthracotherien mehr, auch keine Hyopotamiden *(Brachyodus)*, weil Sumpfwald fehlte; ferner die letzten Marsupialier; *Caenotherium* steht noch in Blüte. Unter den Nashörnern dauern altertümliche Aceratherien aus der Gruppe *Filholi-lemanense* fort, ebenso *Diceratherium;* nach Roman beginnt hier *Ceratorhinus* mit kleinen Vorläufern der miocänen Arten [1]. Es fehlt noch *Anchitherium* und es fehlen noch die Proboscidier! Die natürliche Grenze von Oligocän und Miocän liegt also in Schwaben über den *Omphalosagda*-Schichten, zwischen unterer Süßwassermolasse und Meeresmolasse. Es ist allerdings auch schon behauptet worden, daß die *Omphalosagda*-Schichten Burdigal, limnische Äquivalente der 1. Mediterranstufe seien; allein diese Auffassung findet weder in den Mollusken und noch weniger in den Säugetieren eine Stütze. Auch Tuchorschitz, das Burdigal ist, zeigt in seinen Säugern [2] das Irrige dieser Annahme.

---

[1] Ein ganzes Skelett von *Ceratorhinus tagicus* Rom. von Budenheim bei Mainz ist in Frankfurt aufgestellt.

[2] Vgl. die Liste bei Kafka, wozu nach Stehlin (in Wenz 1918) noch *Choerotherium* sp. kommt.

Wir wollen hier gleich die Frage: Ist das Burdigal Unter- oder Mittelmiocän? auch von der Seite der marinen Mollusken her behandeln.

Die Frage hängt aufs innigste mit der Frage nach dem oberoligocänen oder untermiocänen Alter des Aquitans zusammen. Während früher das Aquitan ganz allgemein mit dem norddeutschen Oberoligocän (= Chattische Stufe Th. Fuchs, „Casselien“ L. Dollfus) parallelisiert wurde, stellen in neuerer Zeit zahlreiche, besonders französische Autoren das Aquitan ins Untermiocän. P. Oppenheim hat das Thema 1913 ausführlich behandelt und kommt zu dem Schluß, daß das Aquitan mit dem norddeutschen Oberoligocän zu parallelisieren sei. Dabei ist aber zu beachten, daß dieses Letzte infolge der abgeschlossenen Lage des Nordseebeckens die altertümliche, oligocäne Fauna länger bewahrt hat, als das Aquitan Westfrankreichs, das infolge seiner atlantischen Lage bereits viele miocäne Ankömmlinge enthält, ganz im Gegensatz zur gleichzeitigen Säugerfauna, die ihren oligocänen Charakter wie bei uns bewahrt. Im norddeutschen Untermiocän und selbst im Mittelmiocän ist, wie sich einer von uns (K.) beim Studium der miocänen Nordseefaunen überzeugte, der Prozentsatz an oligocänen Formen ganz außerordentlich hoch — finden sich doch im Mittelmiocän Norddeutschlands noch 7 % mitteloligocäne Formen, also ebensoviel wie Dollfus im Aquitan Westfrankreichs fand. Trotzdem muß nach der ganzen Fauna und der stratigraphischen Stellung der Ablagerungen das norddeutsche Mittelmiocän mit der zweiten Mediterranstufe des Wiener Beckens und den „Faluns“ von Salles und der Touraine parallelisiert werden. Die Abgeschlossenheit des Nordseebeckens bedingt es, daß der oligocäne Charakter eines Teils der Faunen bis tief ins Miocän sich verfolgen läßt, eine Eigentümlichkeit, die den norddeutschen Faunen im Gegensatz zu den gleichaltrigen des übrigen Europas einen altertümlichen Zug verleiht. Unleugbar war die Modernisierung der marinen Fauna im Aquitan des größten Teils von Europa viel weiter vorgeschritten als in den gleichaltrigen oberoligocänen Ablagerungen Norddeutschlands. Da aber die Einteilung des Oligocäns von Beyrich auf Grund der norddeutschen Verhältnisse gemacht wurde, erscheint es besser, trotz des stark miocänen Charakters der Fauna des Aquitans, das Aquitan als Oberoligocän zu bezeichnen; sonst müßte man das norddeutsche Oberoligocän ins Untermiocän stellen, was unmöglich ist.

Omphalosagda-Schichten und marine Molasse sind durch eine Erosions- und Transgressionsdiskordanz voneinander getrennt. Die zeitliche Lücke verrät sich auch durch die rote Verwitterung der oberen Schichten der Süßwassermolasse; diese Art der Bodenbildung ging übrigens schon während der ganzen Zeit vor sich, wie die vielfachen Einschaltungen von roten „Letten“, „Flammenmergeln“ u. dgl. zwischen den Kalkbänken, die stellenweise sogar vorherrschen können (Ulm), beweisen. Wenn man also schematisieren will, kann man die *Omphalosagda*-Schichten als mittleres und die Erosionszeit als oberes Aquitan bezeichnen.

Keine neuen paläontologischen Untersuchungen[1] liegen über unsere marine Molasse — Muschelsandstein und Meeressande — vor, wenn wir von den noch nicht veröffentlichten Arbeiten zweier im Felde gefallener Autoren (Leuze und Lutzeier) absehen, die sich möglicherweise mit diesem Gegenstand befassen, in deren Manuskripte wir aber keinen Einblick hatten. Durch diesen Mangel kommt es, daß heute noch die schwäbische Meeresmolasse allgemein nach Mayer-Eymar, K. Miller, Depéret u. a. als „Helvetien" und mittelmiocänen Alters erklärt wird. Für Schwaben gilt noch heute, was einst für die schweizerische (obere) marine Molasse galt: „Was marin, ist Helvetian" — und mittelmiocän. Daher konnte noch 1918 Wenz schreiben: „Besonders hinzuweisen ist auf die Tatsache, daß in Schwaben die burdigalische Stufe völlig fehlt . . ."[2] Nach dieser von allen Autoren, z. B. E. Fraas, Kranz, Rollier, Berz u. a. angenommenen Altersfestsetzung wäre also die schwäbische Meeresmolasse mit der 2. Mediterranstufe im Wiener Becken, den „Faluns" von Salles in der Gironde und den „Faluns" der Touraine äquivalent; dies ist jedoch keineswegs der Fall. In der von Schütze[3] zusammengestellten Faunenliste der Meeresmolasse finden sich unter anderen folgende Formen:

Lima hians I G
Pecten palmatus I
— *solarium* I
— *burdigalensis* I
— *scabrellus* I
— *Malvinae*, vielleicht = *praescabriusculus* I
Arca umbonata I G
— *Fichteli* I G
Cardita crassicosta I G
Diplodonta rotundata I G
Cardium Moeschi I
— *burdigalinum* I
Cardium edule I G
— *Darwini*, Burdigal, Westfrankreich
Venus Haidingeri I G
Artemis Adansoni I
— *lincta*, Burdigal, Westfrankreich
Tellina strigosa I G
Ceratisolen legumen I G
Eastonia mitis I
Patella ferruginea I
Nerita gigantea I
Calyptraea deformis I G
Sigaretus clathratus I

---

[1] Die von Schütze begonnene paläontologische Bearbeitung der Evertebraten der schwäbischen Meeresmolasse ist über den Anfang nicht hinausgekommen.

[2] 1918. (2.) p. 29.

[3] Die Zweischaler und Gastropoden der schwäbischen Meeresmolasse bedürfen der Revision. Die Bestimmungen sind zumeist nach dem Werke von M. Hoernes gemacht und vielfach veraltet oder falsch. Ihre Rektifikation ist nur auf Grund genauer Neubestimmungen möglich, wobei u. a. besonders die Werke von Schaffer über das Miocän von Eggenburg und von Cossmann und Peyrot über das Miocän der Gironde, Landes und Nieder-Pyrenäen herangezogen werden müssen. So ist z. B. *Cardita Jouanneti* Bast. von Ermingen und St. Gallen nicht identisch mit der Form der 2. Mediterranstufe, wie F. E. Suess 1891 zeigte.

Turritella triplicata I
— *Doublieri* I
Cerithium Zelebori I
— *margaritaceum* I
Cassis sulcosa I
Ficula burdigalensis (= *clava*) I
Nassa Haueri I
Fusus burdigalensis I G

Diese Formen sind mit einigen Ausnahmen, die in den Grunder Schichten (G) noch vorkommen, auf die erste Mediterranstufe (I) des (außeralpinen) Wiener Beckens beschränkt und fehlen in der zweiten Mediterranstufe. Die meisten dieser Formen und einige andere sind auch für die „Faluns“ von Léognan und Saucats in Westfrankreich typisch. Wenige (und wenig charakteristische) Formen sind bisher nur aus der zweiten Mediterranstufe bekannt; die meisten Formen der zweiten Mediterranstufe treten auch in der ersten und in den Grunder Schichten auf. Der Gesamtcharakter der Molluskenfauna der schwäbischen Meeresmolasse ist daher ein burdigaler.

Die Säugerfauna unseres Marin ist naturgemäß soweit sie Landsäuger betrifft nicht groß und es ist daher nicht verwunderlich, wenn bezeichnende Gestalten des europäischen Burdigals fehlen. Dessen Fauna ist durch die ältesten Anchitherien (2 kleine Rassen), die ersten Proboscidier *(Mastodon* und *Dinotherium)* und das Erscheinen der Anthropomorphen *(Pliopithecus)* sowie durch andere Neuankömmlinge aus aller Welt vor der letzten Aquitanfauna deutlich als miocän gekennzeichnet. Die Anthracotheriiden erlöschen in dieser Stufe mit dem rhinocerosgroßen *Brachyodus onoideus*. Unter den Suiden ist *Palaeochoerus aurelianensis* eine sehr bezeichnende Burdigalform. Die Cervulinen sind durch jüngere Formen vertreten, *Amphitragulus* scheint erloschen. Bei uns fehlen *Pliopithecus, Anchitherium* und *Brachyodus*, im übrigen entspricht die Fauna unserer Meeresmolasse der Fauna der Orleaner Sande, die als typisch burdigalisch gilt. Es sind mehr Arten mit der Fauna der Sande als mit der jüngeren Fauna der „Faluns“ der Touraine gemeinsam. Mit der Burdigalfauna aus dem Kalk von Tuchorschitz, die zuletzt Kafka[1] zusammengestellt hat, sind *Paratapirus helveticus*, *Listriodon Lockhardti*, *Palaeochoerus aurelianensis*, *Hyotherium Soemmeringi* und einige *Palaeomeryx*-Arten gemeinsam. Die brackische Molasse, die sich bei uns entweder auf die marinen Sande (so die Grimmelfinger Graupensande) oder auch, wie Moos nachgewiesen hat, auf den unteren Süßwasserkalk, niemals aber

---

[1] Kafka, 1911. p. 51 u. 65. 1913. Wenn Schlosser Tuchorschitz als Helvet und als Mittelmiocän bezeichnet, so steht dies nur scheinbar im Widerspruch mit dem Ergebnis von Wenz 1918. Denn für Schlosser sind auch die Orleaner Sande mittelmiocän, weil er eben — unnatürlicherweise — als untere Grenze des europäischen Miocäns die *Omphalosagda*-Schichten von Ulm, die Litorinellenkalke von Mainz usw. wählt. Es scheint, daß alles, was Schlosser Mittelmiocän heißt, Burdigal, d. h. Untermiocän ist.

auf den Muschelsandstein legt, enthält Säugetierarten, deren Gesamtheit schon ganz obermiocänen Einschlag hat, wenngleich noch lange nicht alle obermiocänen Arten auftreten. Wir haben hier bereits das großzähnige *Anchitherium aurelianense,* geweihte kleine Palaeomerycinen, den Traguliden *Dorcatherium,* um nur einiges Bekannte anzudeuten. Man könnte also versucht sein, die brackische Molasse auf Grund der Säugetiere eher für etwas jünger zu halten, als sie in Wirklichkeit nach ihrer stratigraphischen Stellung ist, denn eine nennenswerte Lücke zwischen den marinen Schichten und den regressiven brackischen Bildungen kann nicht bestehen. Daß die tieferen Kirchberger Schichten mit ihren flußrinnenartig eingelagerten *Oncophora*-Sanden das genaue Äquivalent der Grunder Schichten (= Basis der zweiten Mediterranstufe) sind, darüber kann nach der Stellung der *Oncophora*-Schichten im Osten kein Zweifel mehr sein, mögen die Formen bei uns, in Niederbayern, im Wiener Becken, von denen in Mähren auch etwas verschieden sein. Daß die Gattung *Oncophora* bei uns und weiter im Westen nicht überall auftritt, ist faziell leicht zu erklären, denn sie ist an Sand gebunden und die brackischen Schichten sind vielfach eher tonig-mergelig. — Eine neue brackische Lokalität des Ulmer Gebietes wollen wir hier kurz erwähnen, die Gerlenhofener Sande (gegenüber Unterkirchberg). Dort finden sich zusammen mit den letzten verkümmerten Cardien und Dreissensien und einer den brackischen Bildungen im Kanton Schaffhausen (auf dem Randen) ganz entsprechenden Fauna *(Melania Wetzleri, Melanopsis Kleini, Neritina cyrtocelis, Bythinia gracilis)* eingeschwemmte Land- und Süßwassermollusken der *Sylvana*-Schichten und obermiocäne Säugetiere, z. B. *Listriodon splendens, Brachypotherium brachypus.* Wir dürfen also die Bildungszeit der brackischen Molasse ins Vindobon (= Helvet[1] s. str. + Torton) hinaufreichen lassen. Die bekannte obermiocäne Säugetierfauna der *Sylvana*-Schichten, des bayrisch-schwäbischen Flinzes und von Steinheim gehört dem höheren Vindobon und dem Sarmat an (= erste Säugetierfauna Suess' im Wiener Becken).

Nirgends finden wir in unserem Gebiet m a r i n e Äquivalente der zweiten Mediterranstufe (Vindobon), und mit dieser Behauptung kehren wir noch einmal zur (oberen) Meeresmolasse zurück, wobei wir aber diese alte Streitfrage, wie die *Oncophora*-Frage, nicht in den Einzelheiten aufzurollen beabsichtigen.

Im Wiener Becken folgt über der ersten Mediterranstufe der Schlier, darüber die eine deutliche Regression anzeigenden Grunder Schichten, die im südlichen Mähren als brackische *Oncophora*-Schichten auftreten. Die über den Grunder Schichten liegende

---

[1] Der Ausdruck „Helvetien“ ist, da irreführend, zudem von Depéret aufgelöst und von Anfang an heterochron, am besten zu streichen.

zweite Mediterranstufe läßt sich gegen Westen nur bis in die Nähe von Krems, besser gesagt, bis dahin, wo die Ostalpen dicht an das böhmische Massiv herantreten, verfolgen und fehlt im westlichen Niederösterreich und in Oberösterreich; dagegen treten Ablagerungen der ersten Mediterranstufe und des Schliers allenthalben auf. Oberhalb Passau, zwischen Ortenburg und Vilshofen, ist nach v. Gümbel, F. E. Suess und E. Kraus die Folge der Tertiärschichten diese: Marines Miocän mit *Pecten praescabriusculus*, *P. pseudobeudanti*, *P. gigas*, *Pectunculus Fichteli*, *Cardium cingulatum* u. a., also unzweifelhaft erste Mediterranstufe; „Schlier“ mit *Nucula placentina*, *Leda subfragilis*, *Solenomya Doederleini* und *Tellina ottnangensis;* brackische Schichten mit *Oncophora Partschi* und *Cardium bavaricum*, also Grunder bezw. Kirchberger Schichten. Bei Straubing, Hochstädt a. D. und Dillingen stehen die brackischen Ablagerungen ebenfalls an, womit der Anschluß an das schwäbische Brackische hergestellt ist. Somit ergibt sich, daß in der Molasserinne längs der Donau von Ulm bis an das böhmische Massiv die obere Meeresmolasse der ersten Mediterranstufe entspricht und daß nach Ablagerung der brackischen Schichten keine Rekurrenz statt hatte. Mit diesen schwindet das Meer endgültig aus der Rinne. Diese Zusammenhänge sind von Suess schon längst erkannt und im Antlitz der Erde behandelt worden, aber man ist ihm bei uns so wenig wie in der Schweiz gefolgt.

Verfolgen wir die Verbandsverhältnisse zwischen oberer Meeres- und Brackwassermolasse nach Westen! Wo wir beide Bildungen antreffen (am Landgericht, Hegaurand, im Hegau und Klettgau, auf dem Randen) unterteufen die marinen Ablagerungen stets die brackischen. Letztere sind unterhalb Emmingen ab Egg „deutlich in Juranagelfluh eingeschoben“ (Deecke, p. 475). Randengrobkalk, Austernagelfluh und Citharellenkalk sind älter als die Grunder Schichten, also nicht vindobonisch, sondern burdigalisch. Sie sind jüngeres oder jüngstes Untermiocän, die brackischen Bildungen und wenigstens ein Teil der Juranagelfluh sind mittelmiocän (vindobonisch). — Wenden wir uns von der tertiären Donausenke zu den näher an der Achse der großen Molasserinne gelegenen marinen Schichten. Berz hat auf Grund lithologischer Erwägungen folgende Bildungen für jünger („oberes Helvetien“) erklärt: Grobe Molasse und Muschelsandstein von Baltringen, Sießen, Pfullendorf, Geröllstufe Schalch's (Muschelsandstein von Stockach, Kargegg, Überlingen). Aus dem Muschelsandstein am Überlinger See werden genannt: *Pecten palmatus* var., *P. burdigalensis*, *P. Hermannseni;* mit der übrigen Fauna läßt sich stratigraphisch nichts anfangen. Aber aus der unteren Süßwassermolasse im Liegenden, und zwar aus der Knauermolasse bei Stockach ist ein *„Rhinoceros minutus“* (Unterkiefer) gefunden, das eher primitiver als die aquitanischen Formen von Eggingen bei Ulm ist und mindestens ober- wenn nicht

mitteloligocänes Alter hat. Ferner weist der Süßwasserkalk von Hoppetenzell mit *Helix Ramondi, H. rugulosa* auf dieselben Verhältnisse wie in unserem Ausgangsgebiet hin, so daß der Schluß, daß auch die marine Molasse am Bodensee burdigalisch, untermiocän ist, berechtigt erscheint. — In der Schweiz gelten seit C. Mayer-Eymar und Depéret die St. Galler Schichten (und die Berner Schichten) als Äquivalente des Vindobons, während Suess die ganze schweizerische obere Meeresmolasse mit der ersten Mediterranstufe parallelisiert hat. In der neuesten zusammenfassenden Darstellung der schweizerischen Molasse nennt Heim in seiner „Geologie der Schweiz“ die Fauna der St. Galler Schichten typisch für die zweite Mediterranstufe, und zwar durch folgende Formen:

Cardita Jouanneti	*Arca turonica*
Pecten palmatus	*Cardium edule*
— *scabriusculus*	*Cerithium lignitarum*
— *scabrellus*	*Columbella curta*
— *solarium*	

Für den burdigalischen Teil der oberen Meeresmolasse führt er an:

Pecten praescabriusculus	*Cardium commune*
— *subbenedictus*	*Tapes helvetica*

Fast alle diese „Leitfossilien“ werden aus der schwäbischen Meeresmolasse aufgeführt; es müßten also entweder beide Stufen auch in Schwaben vorhanden sein, was, wie wir sahen, nicht der Fall ist — oder die Zerlegung der schweizerischen Molasse in zwei Stufen vom Wert des Burdigals und Vindobons ist unberechtigt. Vorausgesetzt, daß die Bestimmungen gültig sind — sie werden nach Heim revidiert —, so finden sich alle diese aus dem „Vindobon“ der St. Galler Schichten usw. genannten Formen auch (und wie *Pecten palmatus* ausschließlich) in burdigalischen Ablagerungen, mit Ausnahme von *„Cardita Jouanneti“* und *Columbella curta*, die im Wiener Becken erst in den Grunder Schichten auftreten (Hoernes führt zwar *C. Jouanneti* auch von Gauderndorf an, aber Schaffer erwähnt diese Form in seiner Monographie nicht). — Im Rhonebecken, am Plateau von Cucuron liegt unter den „Mergeln von Cabrières“, die eine typische Grunder Fauna enthalten, die Molasse von Cucuron; in ihr finden sich neben *Pecten scabriusculus* und *Cardita Jouanneti* der *Pecten subbenedictus* und *Cardium Darwini*, zwei typische burdigale Formen. Diese Molasse liegt über der Molasse mit *P. praescabriusculus* und Sanden mit *Ostrea crassissima*. Nach den ganzen stratigraphischen Verhältnissen möchten wir daher die Molasse von Cucuron und die höheren Schichten der oberen Meeresmolasse der Schweiz (mit *Cardita Jouanneti* usw.) für oberes Burdigal, Äquivalente des Schliers, halten. Da *„C. Jouanneti“* auch in der schwäbischen Meeresmolasse vorkommt, dürfte auch sie sich in zwei Abteilungen gliedern lassen, deren jüngere dem Schlier

entsprechen würde. Dazu bedarf es Listen des Fossilbestandes der verschiedenen schwäbischen Fundpunkte, die nur die Revision der Sammlungen liefern kann.

Für die Stufeneinheitlichkeit der schweizerischen marinen Molasse läßt sich auch anführen, daß Heim in seinem Werke ihre marinen Mollusken gemeinsam bespricht, nicht eine burdigale und eine vindobone Fauna auseinanderhält, wie dies Stehlin für die Säugetiere der schweizerischen Molasse getan hat. Stehlin nennt als unteres Vindobon („obere Stufe der marinen Molasse") nur wenige Lokalitäten; die hauptsächlichsten sind die Glassande von Benken und die Graupensande von Riedern. Deren Säugetierfauna stimmt mit der Baltinger überein; sie enthält sogar noch ein *Rhinoceros* cf. *tagicus* Roman, läßt sich also wohl noch mit dem Burdigal (der „unteren Stufe der marinen Molasse") vereinigen.

Es kann nun freilich nicht übersehen werden, daß die Molluskenfauna des Randengrobkalks, der Austernnagelfluh, der St. Galler und der Berner Schichten bereits eine Reihe von Formen enthält, die sich erst im Horizont der Grunder Schichten und höher häufiger oder erstmals einstellen und es geht deshalb nicht an, die genannten Ablagerungen mit den Eggenburger Schichten, d. h. mit der ersten Mediterranstufe im engeren Sinn, oder dem unteren Burdigal, zu parallelisieren. Zwischen Eggenburger und Grunder Schichten schaltet sich im Osten der Schlier. Das Meer des Schliers war nach Osten ausgedehnter als vorher, auch tiefer; bei Passau ist der „Schlier" sehr sandig; weiter westwärts fehlt er. Nur ersteres, das Übergreifen, gilt für die Ablagerungen im Westen, Randengrobkalk und Citharellenschichten; faziell besteht sonst keine Ähnlichkeit. Das Entscheidende bleibt, daß die genannten Ablagerungen um den Hegau älter als die brackische Molasse (Kirchberger Schichten) sind und daß die am Alpensaum gelegenen St. Galler Schichten kein jüngeres Meer anzeigen können, weil die Vertiefung der Molasserinne sich im Norden längs der Donausenke vollzog, während stärkste Zuschüttung im Süden erfolgte. Die mit der Alpenauffaltung einsetzende mächtige, meist grobe, orogenetische Sedimentierung, deren Spuren sich ja weit hinaus in das Molassebecken bis tief nach Oberschwaben hinein in einzelnen Geröllbänken verfolgen lassen, unterbrach nach unserer Meinung schon am Schluß des Burdigals die Verbindung von Rhône- und Wienerbecken und machte eine Wiederkehr des Meeres zur Vindobonzeit längs des Alpenrandes unmöglich. Wie die Verbreitung der brackischen Molasse zeigt, war damals das sich schnell aussüßende Meer bereits bis an den Rand der Schwäbischen Alb und der böhmischen Masse gedrängt.

Nach Heim (p. 129) „wanderte das Meer durch die ganze Molassezeit hindurch immer weiter nach Norden. Die Erscheinung ist im Grunde natürlich und selbstverständlich: Im Süden trat infolge der Alpenfaltung

Festland an die Stelle des früheren Flyschmeeres; dessen Ströme schoben ihre Deltastirnen weiter in das als Abkömmling des Flyschmeeres gebliebene Molassemeer vor. Dafür ergriff die immer noch sinkende alpine Geosynklinale im Norden immer weitere Gebiete, und bedeutende Teile des alten Tafeljurafestlandes wurden vom transgredierenden Meere überflutet; das Meer wurde, von den Alpen verdrängt, gegen Norden vorgestoßen."

Da im Norden die jüngsten brackischen Sedimente nach dem Einsetzen des Vindobons aufhören, war diese Wanderung des Meeres bald nach Beginn der zweiten Mediterranstufe schon abgeschlossen. An die Stelle der altvindobonischen Brackwasser traten Süßwasserseen und Ströme.

Wir kommen also zu dem Ergebnis, daß die ganze schwäbische und wahrscheinlich auch schweizerische obere Meeresmolasse einem, nicht zwei Meeren, und zwar dem Burdigalmeer von seinen ältesten bis in die jüngsten Phasen entspricht. Für die Tertiärschichten am Südrande der Alb ergibt sich folgende Altersgliederung:

Pliocän	Pontische Stufe	Kieselschotter der Überdonau
Miocän	Sarmatisch und Vindobonisch	*Sylvana*-Schichten
	Älteres Vindobon (Grunder Schichten)	Brackische Molasse
	Burdigal	Meeresmolasse
Oberoligocän	Oberes, Mittleres } Aquitan . . .	*Omphalosagda*-Schichten
	Unteres Aquitan	*Ramondi*-Schichten

Literatur.

(Wir zitieren nur die wichtigste oder neueste Literatur. In den Werken von Deecke, Heim u. a. finden sich weitere Nachweise.)

K. C. Berz, Petrographisch-stratigraphische Studien im oberschwäbischen Molassegebiet. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. in Württ. **71**. p. 276—343. Stuttgart 1915.

Cossmann et Peyrot, Conchologie néogénique de l'Aquitaine. Act. Soc. linn. Bordeaux. **63**, **64**, **65**. 1909—1911.

W. Deecke, Geologie von Baden. I, II, III. Berlin 1916—1918. p. 462—502. III. p. 11.

Ch. Depéret, Sur la classification et le parallélisme du système miocène. Bull. Soc. géol. France. (3.) **21**. p. 170—266. Paris 1893.

Th. Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Aufl. Stuttgart 1908.

— Geologischer Exkursionsführer durch Württemberg. Stuttgart 1911.

Alb. Heim, Geologie der Schweiz. I. Molasseland und Juragebirge. Leipzig 1919.

J. Kafka, Rezente und fossile Huftiere Böhmens. I. Arch. naturw. Landesdurchf. von Böhmen. **14**, 5. Prag 1913. p. 51.

J. KAFKA, Studien auf dem Gebiete der Tertiärformation Böhmens. Arch. naturw. Landesdurchf. von Böhmen. **14**, 4. Prag 1911. p. 65.

E. KRAUS, Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau. Geogn. Jahresh. **28**. (1915.) p. 91—168. München 1916.

P. OPPENHEIM, Bemerkungen zu W. KRANZ: „Das Tertiär zwischen Castelgomberto etc." und Diskussion . . . der Grenze zwischen Oligocän und Miocän. N. J. B.-B. **35**. p. 549—627. Stuttgart 1913.

J. REPELIN, Sur de nouvelles espèces de Rhinocérotidés de l'Oligocène de France. C. R. Ac. Sci. Paris. **163**, 2. p. 980—982. 1916. (Vorläufige Mitt.)

F. X. SCHAFFER, Das Miocän von Eggenburg. Abh. k. k. geol. R.-A. Wien. **22**. 1, 2, 4. Wien 1910—1914.

M. SCHLOSSER, Notizen über einige Säugetierfaunen aus dem Miocän von Württemberg und Bayern. N. J. B.-B. **19**. p. 485—502. Stuttgart 1904.

— Neue Funde fossiler Wirbeltiere in der Eichstätter Gegend. Abh. kgl. Bayr. Ak. Wiss. Math.-phys. Kl. **28**. München 1916.

M. SCHLOSSER in ZITTEL, Grundzüge der Paläontologie. II. Abt. Vertebrata. 3. Aufl. München und Berlin 1918. p. 644.

E. SCHÜTZE, Die Fauna der schwäbischen Meeresmolasse. I. Spongien und Echinodermen. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. in Württ. Stuttgart 1904.

F. SCHWARZ, Beschreibung des Tertiärs im Teutschbuch-Emerberggebiet. Diss. Tübingen 1913. 55 p.

H. G. STEHLIN, Remarques sur les faunules de mammifères des couches éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. B. S. G. Fr. (4.) **9**. p. 488—520. Paris 1909.

— Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. Verh. naturf. Ges. Basel. **25**. p. 180—193. Basel 1914.

— Miocäne Säugetierreste aus der Gegend von Elm (Prov. Hessen). Ibid. **28**, 2. p. 191—205. 1917.

E. SUESS, Das Antlitz der Erde. I. Wien 1892.

F. E. SUESS, Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. Ann. k. k. Hofmus. Wien. **6**. p. 407—429. Wien 1891.

G. VASSEUR, Découverte d'un gisement de vertébrés dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais. C. R. Ac. Sci. Paris. **155**. p. 987. 1119. Paris 1912.

W. WENZ, Zur Altersfrage der böhmischen Süßwasserkalke. Jahrb. nassauisch. Ver. f. Naturk. **70**. p. 39—83. Wiesbaden 1918.

— Die Thalfinger Schichten der schwäbischen *Rugulosa*-Kalke und ihre Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N. F. **7**. p. 6—29. Stuttgart 1918.

Berlin, 26. Nov. 1919, Geol.-pal. Institut der Universität.

Über die Zwillinge der Plagioklase nach dem l'Esterelschen Gesetze.

Von Prof. Dr. **Franke** in Schleusingen (Prov. Sachsen).

Mit 4 Textfiguren.

I.

Die neueren Untersuchungen über die triklinen Feldspäte haben u. a. auch auf die Frage geführt, ob etwa im Falle des l'Esterelschen Gesetzes, d. h. wenn die a-Achse Zwillingsachse ist, die Verwachsung dem Periklingesetz analog geschieht, ob also in solchen Fällen der durch die a-Achse gehende rhombische Schnitt (er sei als RS_a abgekürzt) als Verwachsungsebene auftritt. Als geometrische Unterlage braucht man die Kenntnis der Lage dieses Schnittes und der Durchschnitte, die er mit den Flächen der vertikalen Zone bildet. Es ist darum zweckmäßig, diese Angaben hier zusammenhängend und vollständig zu geben, um zu Beobachtungen über diesen Gegenstand anzuregen, die bei der Seltenheit des Zwillingsgesetzes recht zahlreich zu wünschen sind.

Der M-Fläche beim Periklingesetz ist hier die k-Fläche analog. Bei der Seltenheit ihres Auftretens ist es jedoch wenig wahrscheinlich, daß man einmal Gelegenheit haben wird, diese Fläche und das Zwillingsgesetz gleichzeitig vor sich zu haben. Weit näher liegt die Möglichkeit, Beobachtungen auf den Flächen T und l zu machen. Es ist darum im nachstehenden auch für diese Flächen die Lage angegeben, die der Ausstrich des RS_a auf ihnen hat; und naturgemäß ist dies, gleich wie auf der k-Fläche, durch den Winkel geschehen, den er mit den basischen Spaltrissen, also mit dem Durchschnitt der betreffenden Fläche und der Basis bildet.

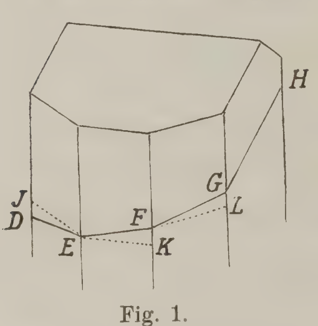


Fig. 1.

Am Kristalle in Fig. 1 stelle DEFGH den RS_a vor und die punktierten Linien den jedesmaligen Basisdurchschnitt. Man hat auf k, l und T:

$$\operatorname{tg} FEK = \frac{\sin\alpha\cos\gamma}{\cos\alpha\cos\gamma - \cos\beta}, \tag{1}$$

$$\operatorname{tg} GFL = \frac{\cos\gamma\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta - 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\cos\alpha\cos\gamma - (1 + a^2)\cos\beta + a\cos\beta\cos\gamma}, \tag{2}$$

$$\operatorname{tg} DEJ = \frac{\cos\gamma\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta + 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\cos\alpha\cos\gamma - (1 + a^2)\cos\beta - a\cos\beta\cos\gamma}, \tag{3}$$

worin α, β, γ die Achsenwinkel im Oktanten vorn oben rechts bedeuten. Die hieraus berechneten Winkel sind, wenn positiv, an EK und FL nach oben, an EJ nach unten anzutragen, sind sie negativ, in der entgegengesetzten Richtung. Der erste Fall (positiver Winkel) tritt ein bei spitzem Werte des Winkels γ (Albittypus; die Figur entspricht ihm), der zweite bei stumpfem γ (Anorthittypus). Es divergiert also beim Albittypus der RS_a mit der Basis nach rechts hin, wenn man beide bei der a-Achse beginnen läßt, derart, daß er oberhalb der Basis liegt; beim Anorthittypus liegt er unterhalb.

Unter Zugrundelegung der am besten bezeugten Winkelwerte α, β, γ berechnet man hiernach:

	FEK =	GFL =	DEJ =
Albit	4° 9′ 52″	3° 27′ 53″	3° 22′ 3″
Oligoklas	—0 10 7	—0 8 24	—0 8 13
Andesin	0 2 37	0 2 10	0 2 7
Labradorit	0 12 30	0 10 23	0 10 7
Anorthit	—2 43 6	—2 15 40	—2 12 21

Die Schwankungen der Winkel bei den einzelnen Plagioklasen sind also viel geringer als beim Periklingesetz und bilden ein viel weniger empfindliches Kennzeichen des chemischen Gehaltes. Doch reichen sie wohl an den äußeren Enden der Reihe aus, um das Verwachsungsgesetz, falls es sich findet, zu erkennen, und darauf kommt es ja zunächst an.

II.

Um dem Leser die Kontrolle der obigen Formeln zu ermöglichen, soll auch deren Ableitung mitgeteilt werden.

In Fig. 2 und 3 seien A, A′, B die Endpunkte der Halbachsenlängen, also $OA = OA' = a$ und $OB = b = 1$. Man lege durch B die Parallele zur c-Achse (also die durch B gehende vertikale Kante) und durch O die zu AA′ senkrechte Ebene. Diese Ebene schneide die Basis in ON und die soeben durch B gezogene Kante in Q. Hiermit ist der RS_a bereits gefunden, AQA′ ist seine Hälfte, und QO, über O verlängert, trifft seinen vierten Eckpunkt. Denn da Q auf der mittelsenkrechten Ebene von AA′ liegt, ist Q von A und A′ gleich weit entfernt. ON fällt bei spitzem γ hinter, bei stumpfem vor OB, wie die beiden Figuren es zeigen, und Q entsprechend über und unter B. Durch B zieht man die Parallele zu AA′ und erhält auf ON den Durchschnitt P, den man mit Q verbindet.

Es werde nun zunächst nur an Fig. 2 gerechnet. Da AA′ senkrecht zur Ebene OPQ ist, so ist auch BP, weil parallel zu AA′, zu dieser Ebene senkrecht, also △OBP am Punkte P rechtwinklig, daher:

$$BP = OB \sin BOP = OB \sin(90 - \gamma) = OB \cos\gamma = \cos\gamma,$$

wenn man, wie üblich, OB = b = 1 setzt. Ferner muß, weil BP senkrecht zur Ebene OPQ ist, auch Dreieck BPQ am Punkte P rechtwinklig sein, und man hat:

$$BQ = \frac{BP}{\cos PBQ}.$$

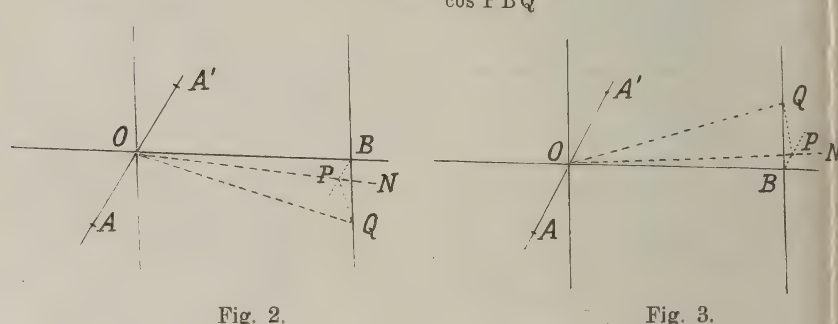


Fig. 2. Fig. 3.

BP hat den soeben berechneten Wert $\cos\gamma$; PBQ ist $= 180^0 - \beta$ (Winkel mit parallelen Schenkeln), und deshalb $\cos PBQ = \cos(180^0 - \beta) = -\cos\beta$. Daher

$$BQ = -\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}.$$

Nunmehr sind vom Dreieck OBQ zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel bekannt, nämlich $OB = 1$; $BQ = -\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}$ und $\sphericalangle OBQ = 180^0 - \alpha$. Man kann die trigonometrische Dreiecksformel

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a \sin\gamma}{b - a\cos\gamma}$$

anwenden und erhält:

$$\operatorname{tg} BOQ = \frac{-\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}\sin(180^0 - \alpha)}{1 + \frac{\cos\gamma}{\cos\beta}\cos(180^0 - \alpha)} = \frac{\sin\alpha\cos\gamma}{\cos\alpha\cos\gamma - \cos\beta}. \qquad (4)$$

Dies aber ist die Formel (1), denn BOQ ist derselbe Winkel, der in Fig. 1 FEK heißt.

Führt man die gleiche Rechnung an Fig. 3 aus, so findet man der Reihe nach:

$$BP = -\cos\gamma, \quad BQ = \frac{\cos\gamma}{\cos\beta} \text{ und } \operatorname{tg} BOQ = \frac{\sin\alpha\cos\gamma}{\cos\beta - \cos\alpha\cos\gamma}. \qquad (5)$$

Es ist jedoch nicht nötig, für beide Fälle verschiedene Formeln zu haben. Da die rechten Seiten von (4) und (5) bis aufs Vorzeichen übereinstimmen, so folgt, daß, wenn man im zweiten Falle (eines stumpfen γ) den Winkel BOQ aus Formel (4) berechnet, man den Winkelwert erhält, den BOQ in Fig. 3 besitzt, nur mit dem Minuszeichen (oder auch seinen Supplementwinkel, was auf dasselbe hinauskommt). Und dieses Ergebnis ist vollkommen richtig, wenn man dem Minuszeichen die Deutung gibt, daß der gefundene Winkelwert an BO nach unten hin anzutragen ist. Die Formel (4) und demnach auch die Formel (1) umfaßt bei dieser Bestimmung also beide Fälle, und die Bestimmung über den negativen Winkel findet man der Formel (1) auch tatsächlich beigefügt.

III.

Man kann nebenbei noch folgendes bemerken. Verschiebt man in Fig. 2 und 3 den RS_a parallel mit sich so, daß er durch B geht, so schneidet er auf der c-Achse einen Abschnitt von der Länge BQ ab, in Fig. 2 nach unten und in Fig. 3 nach oben. Man sieht daraus, daß der RS_a im ersten Falle identisch ist mit einer Fläche $(o\bar{k}l)$ und im zweiten Falle mit (omn), wo die Indizes durch die Größe von BQ bestimmt sind. Und zwar ist, wie oben berechnet wurde, BQ im ersten Falle gleich $-\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}$ und im zweiten Falle gleich $\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}$. Die Werte k:l und m:n sind demgemäß die Zahlen, die angeben, welches Vielfache von c die Strecke $-\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}$ bzw. $\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}$ ist, und das ist im ersten Falle $-\frac{\cos\gamma}{c\cos\beta}$, im zweiten $\frac{\cos\gamma}{c\cos\beta}$. Man gewinnt so den Satz: Wenn γ spitz also $\frac{\cos\gamma}{\cos\beta}$ negativ ist, so ist der RS_a identisch mit $-\frac{\cos\gamma}{c\cos\beta}$ (011): und bei stumpfem γ ist er identisch mit $\frac{\cos\gamma}{c\cos\beta}$ (011).

Das Ergebnis lautet:

	RS_a identisch mit
Albit	0,13021 $(0\bar{1}1)$
Oligoklas	0,00533 (011)
Andesin	0,00138 $(0\bar{1}1)$
Labradorit	0,00657 $(0\bar{1}1)$
Anorthit	0,08668 (011)

Es mag bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, daß der homologe Satz auch für den RS_b besteht; er heißt dort: wenn

$\frac{\cos\gamma}{\cos\alpha}$ negativ ist, so ist RS_b identisch mit $-\frac{a\cos\gamma}{c\cos\alpha}(\bar{1}01)$; und wenn $\frac{\cos\gamma}{\cos\alpha}$ positiv ist, so ist RS_b identisch mit $\frac{a\cos\gamma}{c\cos\alpha}(101)$. Der Satz scheint wenig bekannt zu sein. In dem Lehrbuche der Mineralogie von Naumann-Zirkel findet man die hierher gehörige Angabe, daß der rhombische Schnitt des Anorthits „dem Hemidoma $\frac{3}{7}(101)$ angehöre". Das ist wenig zweckmäßig ausgedrückt, denn es kann den Anschein erwecken, als ob hier der RS eine kristallographisch mögliche Fläche wäre. In Wahrheit ist auch hier der Koeffizient irrational und nur stark angenähert gleich $\frac{3}{7}$; in der Tat findet man beim Anorthit $\frac{a\cos\gamma}{c\cos\alpha} = 0{,}42793$, während $\frac{3}{7} = 0{,}42857$ ist.

IV.

Der Beweis für die Formeln (2) und (3) kann an Fig. 4 folgendermaßen geführt werden. Durch A, B und B' sind die Parallelen zur c-Achse gezogen, so daß die beiden Flächen entstanden sind, auf denen die Lage des RS_a gefunden werden soll.

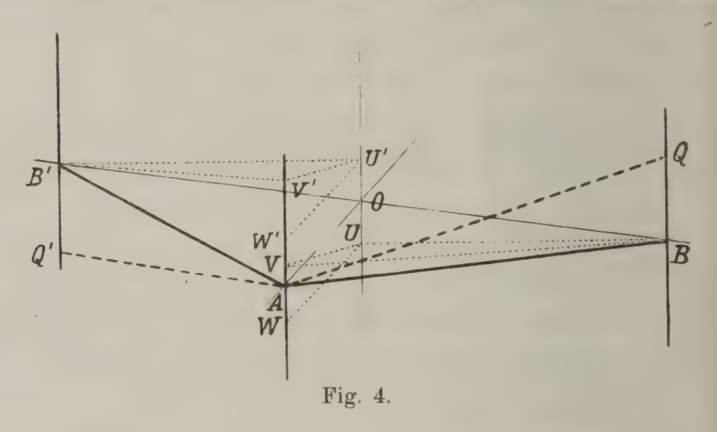


Fig. 4.

Überträgt man BQ aus Fig. 2 nach Fig. 4, so ist AQ die Linie, in der die rechtsseitige Fläche 1 vom RS_a geschnitten wird, und BAQ ist der gesuchte Winkel, der in Fig. 1 GFL heißt. Links ist, wenn man B'Q' = BQ macht, B'AQ' der entsprechende Winkel, der Winkel DEJ der Fig. 1.

Man lege durch B und B' die zur c-Achse senkrechten Ebenen BUV und B'U'V' und ziehe durch U und U' die Parallelen zu OA. Dann ist $OU = OU' = b\cos(180^0 - \alpha) = -b\cos\alpha = -\cos\alpha$; AW und AW' sind ebenso groß. Ferner ist das Dreieck UVW sowie U'V'W' rechtwinklig mit a als Hypotenuse und mit dem Winkel VWU und $V'W'U' = 180^0 - \beta$. Daraus findet man:

$$AV = VW - AW = -a\cos\beta + \cos\alpha$$
$$AV' = V'W' + AW' = -a\cos\beta - \cos\alpha$$

und kann nun in den Dreiecken AVB und AV'B' (in V und V' rechtwinklig) ansetzen:

$$\cos BAV = \frac{AV}{AB} = \frac{-a\cos\beta + \cos\alpha}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\gamma}}$$

$$\cos B'AV' = \frac{AV'}{AB'} = \frac{-a\cos\beta - \cos\alpha}{\sqrt{1+a^2+2a\cos\gamma}};$$

die Nenner sind die aus den Dreiecken OAB und OAB' zu entnehmenden Werte von AB und AB'.

Aus den beiden letzten Gleichungen berechne man noch, um sogleich Gebrauch davon zu machen, die Sinus der beiden Winkel; man findet:

$$\sin BAV = \frac{\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta - 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\gamma}}$$

$$\sin B'AV' = \frac{\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta + 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\sqrt{1+a^2+2a\cos\gamma}}.$$

Man kennt jetzt vom Dreieck ABQ zwei Seiten und den eingeschlossenen Winkel, nämlich

$$AB = \sqrt{1+a^2-2a\cos\gamma}; \quad BQ = -\frac{\cos\gamma}{\cos\beta} \quad \text{und} \quad \sphericalangle ABQ = 180^\circ - BAV.$$

Die schon früher benutzte Formel $\operatorname{tg}\alpha = \frac{a\sin\gamma}{b - a\cos\gamma}$ liefert

$$\operatorname{tg} BAQ = \frac{BQ \cdot \sin ABQ}{AB - BQ \cdot \cos ABQ} = \frac{BQ \cdot \sin BAV}{AB + BQ \cdot \cos BAV}$$

$$= \frac{-\frac{\cos\gamma}{\cos\beta} \cdot \frac{\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta - 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\gamma}}}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\gamma} - \frac{\cos\gamma}{\cos\beta} \cdot \frac{\cos\alpha - a\cos\beta}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\gamma}}}$$

$$= \frac{-\cos\gamma\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta - 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\cos\beta(1+a^2-2a\cos\gamma) - \cos\gamma(\cos\alpha - a\cos\beta)}$$

und mit naturgemäßer Umformung des Nenners, den man zugleich mit dem Minuszeichen des Zählers vereinigt,

$$= \frac{\cos\gamma\sqrt{\sin^2\alpha + a^2\sin^2\beta - 2a(\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)}}{\cos\alpha\cos\gamma - (1+a^2)\cos\beta + a\cos\beta\cos\gamma}.$$

Dies ist die Formel (2). Die ganz übereinstimmende Rechnung auf der linken Seite der Figur ergibt die Formel (3).

V.

Auch von den Winkeln, die die Flächen des Zwillings bilden, soll hier noch das Wichtigste angegeben werden. Man hat, wenn k, T, l die Flächen des einen, k', T', l' diejenigen des anderen Individuums sind:

	k : k'	T : l' = l : T'
Albit	127° 2'	134° 23'
Oligoklas	127 10	134 29
Andesin	126 57	134 18
Labradorit	127 48	135 10
Anorthit	127 50	135 11

Die Bivalvenfauna des Obersenons von Neu-Seeland.

Von **Otto Wilckens** in Bonn.

Mit 1 Textfigur.

Die bisherigen Angaben über die Kreideablagerungen von Neuseeland erlaubten nicht, sich von ihrem Auftreten, ihrer Schichtfolge und ihrer stratigraphischen Stellung eine klare Vorstellung zu machen, zumal da ihre paläontologische Erforschung sich auf die äußerst primitive bildliche Wiedergabe einiger ihrer Fossilien beschränkte. Jetzt fällt durch eine Veröffentlichung von H. Woods über die Cephalopoden und Bivalven der im nordöstlichen Teil der Südinsel vorkommenden Kreideschichten [1] zum ersten Male ein helles Licht auf dies vordem so dunkle Gebiet der regionalen und stratigraphischen Geologie. Woods weist zwei Bildungen von verschiedenem Alter nach, von denen die eine dem unteren Utatúr, die andere dem Ariyalúr von Südindien entspricht, also der Vraconne-Stufe und dem Obersenon. Wir beschäftigen uns hier nur mit dem letzteren.

Die von Woods beschriebene Obersenon-Fauna stammt aus drei verschiedenen, durch ziemlich beträchtliche Zwischenräume voneinander getrennten Gebieten der Südinsel von Neuseeland, dem Amuri Bluff in der Provinz Marlborough, der Gegend des Waiparaflusses und des Weka-Passes sowie den Malvern Hills, letztere beiden in der Provinz Canterbury.

[1] H. Woods, The Cretaceous Faunas of the North-Eastern Part of the South Island of New Zealand. New Zealand Geological Surv. Palaeontological Bulletin No. 4. Wellington 1917. 42 p. 20 Taf. 4°.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Schichtfolge in diesen drei Bezirken, deren Lage auf der kleinen Karte Fig. 1 angegeben ist:

Amuri Bluff			Waipara	Malvern Hills
Hangendes: Amurikalk			Amurikalk	Lose Sande und vulkanische Tuffe
c) Teredokalk, ob. Grünsande Grauer Sandstein Teredokalk, unt.	Kreide? Eocän?	Grünsandgruppe, 485—680' mächtig		
b) Grünsande mit Konkretionen				
a) Saurierschichten			Saurierschichten	Saurierschichten (ohne Fossilien)
b) Black grit, ob. Grünsande Graue Sande Black grit, unt.	obere	Amuri-Schichten 360–585' mächtig	Sandsteine	Selwyn Rapids-Schichten
a) Kalkkonglomerat	untere			*Ostrea*-Schichten
Untere oder Holzsande			Lose Sande u. Konglomerate mit Kohlen	Quarzsande u. Konglomerate mit Kohlenflözen
— Große Diskordanz —				
Älterer Faltenbau				



Fig. 1. Karte der Südinsel von Neu-Seeland mit Angabe der drei bisher bekannten Gebiete der Verbreitung des Obersenons, Amuri Bluff, Waipara River, Malvern Hills (M. H.).

Im Gegensatz zu dem einer besonderen Gruppe angehörigen *Belemnites Lindsayi* Hect., der bis in die „Grünsande mit Konkretionen" hinaufzugehen scheint, sind die Ammoniten auf das „Kalkkonglomerat" an der Basis des marinen Obersenons beschränkt. Es sind folgende: *Kossmaticeras (Madrasites) haumuriensis* (Hect. MS) Woods, *Gaudryceras* ex aff. *Jukesi* Whiteav. sp., ein *Hamites (Anisoceras?)* von geringer Größe, den Woods mit *H. interruptus* Schlüt., *H. Wernickei* Wollem., *H. Carolinus* d'Orb. und *Anisoceras indicum* Forbes vergleicht, endlich ein *Baculites* cf. *vagina* Forbes.

Beweisen diese Cephalopoden bereits ein obersenones Alter dieser Ablagerung, so wird diese Bestimmung, auch für die darüber folgenden Schichten mit marinem Fossilinhalt, erhärtet durch den Charakter der Bivalvenfauna.

Diese wird zwar fast ganz von neuen Arten zusammengesetzt, doch haben sich einige Formen mit solchen des südpazifischen Obersenons identifizieren lassen, nämlich *Trigonia Hanetiana* d'Orb., die in den Quiriquinaschichten der Gegend von Concepcion (Chile) vorkommt, und *Panopaea clausa* O. Wilck. (Obersenon des Grahamlandes), andere mit solchen anderer Senongebiete. Die letzteren sind: *Modiola flagellifera* Forbes (Valudayur-beds von Pondicherri), *Dreissensia lanceolata* Sow. sp. (englische Oberkreide und Aachener Senon), *Pecten membranaceus* Nilss. (eine kosmopolitische Senonart), *Astarte (Eriphyla) lenticularis* Gf. sp. (desgl.). Für einige andere Formen blieb die Identifizierung unsicher, nämlich: *Modiola* cf. *typica* Forbes (Trichinopoli group), *Ostrea* cf. *dichotoma* Bayl. (mediterranes Senon), *Tellina* cf. *Largillierti* d'Orb. (Quiriquinaschichten). Ferner liegt ein *Cardium* vor, das dem *C. acuticostatum* d'Orb. aus den Quiriquinaschichten sehr ähnlich ist.

Für die neuen Arten lassen sich vielfach Beziehungen zu Formen pazifischer und anderer Senonvorkommen nachweisen, wie es nachfolgendes Verzeichnis erkennen läßt, in dem ich die der neuseeländischen ähnliche Art jeweils in Klammern beifüge.

Es haben verwandte Formen

in den Quiriquinaschichten:
Malletia cymbula (*M. pencana* Phil.)
Callistina Wilckensi (*Callista auca* d'Orb.),

im südpatagonischen Obersenon:
Cucullaea sp. (*C. antarctica* O. Wilck.),

im Obersenon des Grahamlandes (Antarktika):
Limatula Huttoni (*L. antarctica* O. Wilck.),

im Obersenon von Südindien:
Limatula Huttoni (*L. persimilis* Stol.)
Callistina Wilckensi (*Callista sculpturata* Stol.)
Trigonia waiparensis (*Tr. crenifera* Stol.),

im Obersenon von Vancouver:
Thracia Haasti (*Th. subtruncata* Meek),
in der Chico Group von Californien:
Pecten selwynensis (*P. Veatchi* Gabb),
in der Coloradostufe der Ver. Staaten:
Barbatia Mc. Kayi (*B. micronema* Meek).

Da ich die Bivalvenfaunen des Obersenons von Chile, Südpatagonien und Grahamland durch eigene Untersuchungen kenne, so bin ich in der Lage, noch einige weitere der von Woods beschriebenen Muscheln mit solchen aus diesen Gebieten zu identifizieren bezw. Verwandte von ihnen in diesen Gebieten nachzuweisen.

1. *Nemodon* sp. (Woods, p. 19, Taf. VI Fig. 5a, b), von Woods mit *Arca japetica* Forbes aus der Ariyalur group von Südindien verglichen, ist eine Vertreterin der Gattung *Nordenskjöldia* O. Wilck.[1] und unterscheidet sich

a) von *Nordenskjöldia Nordenskjöldi* O. Wilck. aus dem antarktischen Obersenon durch weniger schiefe Form, Mangel der inneren Randkerben und glattere Vorderzähne,
b) von *N. japetica* Forb. sp. (Ariyalur group, Südindien) durch weniger schiefe Form und stärker gebogene Vorderzähne,
c) von *N. disparilis* d'Orb. sp. (Trichinopoli group, Südindien) durch eine schlankere Gestalt und schräger gestellte Hinterzähne,

und ist somit eine neue Art, für die ich den Namen *Nordenskjöldia Woodsi* vorschlage.

2. Woods' Vermutung, daß die *Cucullaea* sp. (Woods, p. 20, Taf. VII Fig. 2, 3) mit *C. zealandica* Woods (p. 20, Taf. VI Fig. 7) identisch ist, halte ich für sehr berechtigt. Als verwandte Form ist noch *C. grahamensis* O. Wilck.[2] aus dem Obersenon des Grahamlandes anzuführen.

3. *Trigonia pseudocundata* Hect., wie Woods schreibt, muß *Tr. pseudocaudata* heißen. Es gibt weder ein lateinisches Wort *cundatus* noch eine *Tr. cundata*, wohl aber eine *Tr. caudata* Ag.[3], mit der Hector offenbar die neuseeländische Form vergleichen wollte, da beide die Verschmälerung der Schale gegen das Hinterende aufweisen. Woods führt als ähnliche Art *Tr. tuberculifera* Stol. aus der Trichinopoli group von Südindien an. Es findet sich

[1] O. Wilckens, Die Anneliden, Bivalven und Gastropoden der antarktischen Kreideformation. Wiss. Ergebn. d. Schwed. Südpolar-Expedition 1901—1903, unter Leitung von Dr. Otto Nordenskjöld. **3**. Liefg. 12. p. 30.

[2] O. Wilckens, Die Anneliden, Bivalven und Gastropoden der antarktischen Kreideformation. p. 31. Taf. 2 Fig. 12, 13.

[3] Lycett, A Monograph of British Fossil Trigoniae (Palaeontogr. Society). p. 129. Taf. XXVI Fig. 5—7. — *Trigonia caudata* liegt im Neocom der Isle of Wight.

aber auch im südpazifischen Obersenon eine Form, die zum Vergleich in Betracht kommt: die von mir als *Trigonia* sp. beschriebene, leider bisher nur als Steinkern bekannte, aber denselben Umriß wie *Tr. caudata*, *Tr. pseudocaudata* und *Tr. tuberculifera* zeigende Trigonie aus dem Obersenon von Südpatagonien [1]. Ich habe dieselbe seinerzeit mit *Tr. aliformis* PARK. aus dem Cenoman und *Tr. Vectiana* LYC. aus dem Neokom, also Arten aus derselben Gruppe des Scabrae, verglichen, der auch *Tr. caudata* angehört.

4. *Tr. waiparensis* WOODS (p. 23, Taf. X Fig. 1—3) wird von WOODS mit *Tr. parva* BRÜGGEN aus dem peruanischen Senon und mit *Tr. crenifera* STOL. aus der südindischen Ariyalur group verglichen. Näher liegt ein Vergleich mit *Tr. antarctica* O. WILCK. [2] und *Tr. pygoscelium* O. WILCK. [3] aus dem antarktischen und mit *Tr. Cazadoriana* O. WILCK. [4] aus dem südpatagonischen Obersenon, Formen, die sämtlich in die Gruppe der *Tr. spinosa* PARK. gehören [5].

5. *Inoceramus pacificus* WOODS (p. 28, Taf. XIV Fig. 1, 2) ist identisch mit *I. Steinmanni* O. WILCK. aus dem Obersenon Südpatagoniens und der Magellansländer [6]. Die Übereinstimmung ist vollkommen [7]. In Südamerika liegt *I. Steinmanni* in tieferen Schichten als die anderen Versteinerungen, die zum Vergleich mit den neuseeländischen Kreideformen heranzuziehen sind (aber noch im Obersenon). Am Amuri Bluff findet er sich im Kalkkonglomerat, also auch verhältnismäßig tief.

6. *Pinna* sp. (WOODS, p. 28, Taf. XV Fig. 1). Diese Gattung ist auch im südpatagonischen und antarktischen Obersenon vertreten. Sie ist auch hier eine der nur vereinzelt gefundenen Versteinerungen.

7. *Mactra* sp. (WOODS, p. 30, Taf. XVI Fig. 8 a, b). Diese Muschel ist keine *Mactra*, sondern eine Vertreterin der für das

[1] O. WILCKENS, Die Lamellibranchiaten, Gastropoden etc. der oberen Kreide Südpatagoniens. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. B. **15**. p. 40. Taf. VII Fig. 7.

[2] O. WILCKENS, Die Anneliden, Bivalven und Gastropoden der antarktischen Kreideformation. p. 35. Taf. 2. Fig. 17—20.

[3] Ebenda. p. 39. Taf. 2 Fig. 21 a, b.

[4] O. WILCKENS, Die Lamellibranchiaten, Gastropoden etc. der oberen Kreide Südpatagoniens. p. 37. Taf. VII Fig. 1.

[5] Vgl. O. WILCKENS, Die Anneliden, Bivalven und Gastropoden der antarktischen Kreideformation. p. 38.

[6] O. WILCKENS, Die Lamellibranchiaten, Gastropoden etc. der oberen Kreide Südpatagoniens. p. 6. Taf. II Fig. 4, 5 und G. STEINMANN und O. WILCKENS, Kreide- und Tertiärfossilien aus den Magellansländern, gesammelt von der Schwedischen Expedition 1895—1897 (Arkiv f. Zoologi, K. Svenska Vetenskapsak. Stockholm. **4**. No. 6). p. 1—2.

[7] Beim Vergleich ist zu berücksichtigen, daß die Fig. 4 auf Taf. II bei WILCKENS den *Inoceramus Steinmanni* in halber Größe darstellt.

patagonische und antarktische Obersenon so bezeichnenden Gattung *Lahillia*, die sich auch in den Quiriquinaschichten findet und außerdem im patagonischen und antarktischen Alttertiär wiederkehrt. Ob eine der beiden beschriebenen Kreidearten, *L. Luisa* O. Wilck. oder *L. veneriformis* Hupé sp. oder eine neue Art vorliegt, läßt sich, solange das Schloß der neuseeländischen Form unbekannt ist, nicht entscheiden. Die *Lahillia* liegt in den Saurierschichten des Waiparagebietes, also ziemlich hoch in dem obersenonen Schichtkomplex, was mit dem Auftreten der *L. Luisa* in den höheren Abteilungen des südpatagonischen Obersenons, in denen die Cephalopoden ganz zurücktreten, aufs beste übereinstimmt.

8. *Callista Thomsoni* Woods (Woods, p. 32, Taf. XVII Fig. 4, 5, 6) besitzt eine außerordentlich große Ähnlichkeit mit einer *Cytherea* sp. von Quiriquina [1].

Durch die hier aufgeführten Tatsachen wird bewiesen, daß das neuseeländische Obersenon engere Beziehungen zum chilenischen, südpatagonischen und antarktischen Obersenon besitzt als zu demjenigen anderer Gebiete. Es stimmt dies aufs beste mit der geologischen Verbreitung der Obersenonbildungen auf Neuseeland, die ausschließlich auf der Ost-, nicht aber auf der Westseite der Südinsel gefunden werden, so daß erstere als ungefähre Küste des Südpazific in dieser Gegend betrachtet werden muß. Die Verbindung mit Indien war vorhanden, aber nicht so frei wie nach Osten.

Die Gattung *Lahillia* war bereits im Obersenon im chilenisch-magellanisch-westantarktischen Gebiet beheimatet. Vertreter derselben in gleichaltrigen Ablagerungen Neuseelands dürften von dorther eingewandert sein.

Miscellanea.

A. Lacroix: Bericht über „Die Begründung eines Internationalen Rates der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten durch die Konferenz der alliierten und assoziierten Akademien in Brüssel vom 18.—28. Juli 1919“ [2].

Die dritte Konferenz der alliierten und assoziierten Akademien wurde in Brüssel vom 18.—28. Juli 1919 abgehalten. Sie wurde von dem Aktionsausschuß einberufen, welchen die Konferenz in Paris im vergangenen November (E. Picard als Präsident, Schuster als Generalsekretär, Georges Hale, Lecointe, Volterra)

[1] O. Wilckens, Revision der Fauna der Quiriquinaschichten [Beitr. z. Geol. u. Pal. von Südamerika, herausg. v. G. Steinmann. XI.]. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XVIII. p. 247 Anm. 2. Taf. XIX Fig. 15.

[2] Compt. rend. **169**. 1919. 345—359 (gekürzt).

zwecks Beratung und Ausarbeitung des Statutenentwurfes eines Internationalen Forschungsrates ernannt hatte.

A. Lacroix präsidierte der Konferenz und faßte ihre Ergebnisse in folgender Weise zusammen:

„Meine Herren, unsere Aufgabe ist erfüllt.

Wir sind hier zusammengekommen, um endgültig unter den alliierten und assoziierten Nationen einen Rat für wissenschaftliche Forschungsarbeiten zu begründen, der zum Hauptzweck haben soll, die internationale Betätigung in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaften und ihrer Anwendungen zusammenzufassen.

Die Statuten dieses Rates sind abgefaßt. Sie haben sie gebilligt. Um Ihr Werk ins Leben treten zu lassen, bleibt nur noch die Erlangung des Beitritts unserer Akademien, der nationalen Räte und der Regierungen übrig. Jeder von uns sei im Bereich seiner Kräfte dahin bemüht, die Tätigkeit des Exekutivausschusses zu unterstützen, der mit diesen Verhandlungen betraut ist.

Belgien hat die Achtung und Dankbarkeit der Welt verdient, hat es doch Alles aufs Spiel gesetzt, außer seiner Ehre, ja, es wagte sein wertvollstes und teuerstes Gut, seine nationale Selbständigkeit, daran, seiner Verpflichtung treuzubleiben und der Barbarei den Weg zu verlegen. Die anwesende Konferenz hat als eine hohe moralische Autorität, eingesetzt von der Gesamtheit der Gelehrten aller Forschungszweige und aller Nationen, die Schulter an Schulter für das gleiche Ideal kämpften, erachtet, daß sie nicht besser diese Achtung und diese Dankbarkeit erzeigen könne, als durch einstimmigen Beschluß, Brüssel zum ordnungsmäßigen Sitz des Internationalen Forschungsrates zu machen. In Brüssel werden von nun an alle drei Jahre seine Generalversammlungen stattfinden, in Brüssel sollen seine Archive aufbewahrt werden, und dort sollen nach belgischem Gesetze die Gaben und Stiftungen entgegengenommen und verwaltet werden, die ihm übermittelt werden können.

Unter den Mitteln, durch welche der Internationale Forschungsrat die Erfüllung seines Zweckes erreichen soll, ist in erster Linie die Gründung von internationalen Vereinigungen zu nennen, die entsprechend den hauptsächlichsten Fächern der Wissenschaften zu begründen wären. Diese Vereinigungen sollen ihr eigenes Vermögen und eigene Verwaltung besitzen, sie können sich in selbständige Sektionen gliedern, welche frei über die Hilfsmittel verfügen können, die ihnen der Exekutivausschuß des Verbandes zuteilt; sie werden ihrerseits das Recht haben, sich in dauernde oder vorläufige Spezialkommissionen nochmals zu teilen.

Es scheint so, als ob die Betrachtung der Gestirne die Menschen leichter zur Vereinigung anregt als das Studium der Erscheinung oder der Wesen, die ihnen näher stehen. Tatsächlich sind die Astronomen hier zahlreicher als alle anderen erschienen; sie haben für ihre Vereinigung ein wohl ausgearbeitetes Projekt mitgebracht,

welches bald als allgemeines Vorbild gewählt wurde [1]. Ferner haben sich die Geodäten und Geophysiker, die Chemiker und Biologen zusammengetan.

Verschiedene andere Vereinigungen sind in Aussicht genommen oder vorbereitet; ihre endgültige Einrichtung ist nur eine Frage der Zeit.

Trotz der analogen Organisation der sämtlichen Vereinigungen, die ja alle nur Töchter des Internationalen Forschungsrates sind, hat jede doch eine große Biegsamkeit.

So hat die astronomische Vereinigung nicht von ihrem Rechte Gebrauch gemacht, in Sektionen sich unterzuteilen, sondern ist einheitlich geblieben und hat in sich etwa dreißig unabhängige Kommissionen gebildet, während die geodätisch-geophysikalische Vereinigung sowie die biologische sich in 6 Sektionen gegliedert hat.

Auf diese Weise haben wir weite Gebiete abgegrenzt, sie mit einer Verfassung ausgerüstet, ja wir haben die Vorsorge so weit getrieben, ihnen eine Regierung zu geben. Es schließt heute eine kleine Friedenskonferenz ab; wird ihre Arbeit eine bessere oder schlimmere sein als diejenige der großen? Die Zukunft wird's zeigen, aber es ist wohl nicht vermessen, zu denken oder gar zu sagen, daß das Werk die Arbeit seiner Schöpfer wert sei.

Wir haben eine Menge von Präsidenten, Vizepräsidenten und Generalsekretären ernannt. Ich bin überzeugt, daß alle ihr Amt zu Herzen nehmen werden, und daß alle ganz von dem Gedanken durchdrungen sind, daß sie nicht allein große Ehrungen erfahren haben, sondern auch mit gewichtigen Lasten beauftragt sind. Dieser glänzende Stab wird sich entschlossen an die Arbeit machen und ein Heer von Forschern bilden und die Schwierigkeiten überwinden, die zweifellos sich oft genug vor ihnen verschiedenartig aufrichten werden. Die Namen dieser Führer sind eine gute Bürgschaft für die Gediegenheit der Ergebnisse, die sie unserer nächsten Generalversammlung in drei Jahren darbringen werden.

Die Stunde der Erörterungen ist vorüber, die Stunde fruchtbarer Arbeit hat geschlagen!

Auf der Londoner Konferenz wurde als billiges und notwendiges Grundprinzip festgelegt, unsere Friedensorganisationen lediglich unter denjenigen Nationen einzurichten, welche in den Stunden der Gefahr zusammengeschweißt wurden, die vereint gestritten und gelitten haben und das Recht erlangten, klar und unzweideutig das festzusetzen, was sie wollen und was sie nicht wollen.

---

[1] Die Hauptrichtlinien des Entwurfes für die astronomische und die geodätisch-geophysikalische Vereinigung wurden von mehreren Mitgliedern der Pariser Akademie und ihrer Kollegen am Längenbureau ausgearbeitet; dieser Entwurf diente als Grundlage für die Verhandlungen der Pariser Konferenz.

Heute ist das Haus fertig; den Deutschen und ihren Alliierten wird der Zugang dazu verwehrt bleiben, aber wir haben erachtet, daß der Augenblick gekommen sei, die Gelehrten der neutralen Länder zur Mitarbeit einzuladen. Sie haben einstimmig den Vorschlag gebilligt, der Ihnen vom Exekutivkomitee gemacht worden ist.

Es ist eine Akademie der Wissenschaften vorhanden, die heute, trotz der vielfachen Sympathien unter uns, doch nicht unserer Zusammenkunft beiwohnt; wir geben der Hoffnung uns hin, daß ein Tag heranbrechen wird, an dem der Himmel über der Newa wieder leuchtet, und die Rückkehr zu alten und herzlichen Beziehungen sich ermöglichen läßt.

Es bleibt mir noch die angenehme Aufgabe, all denen in Ihrem Namen zu danken, die aus verschiedenen Anlässen darauf Anspruch haben (folgt eine Ansprache an S. M. den König der Belgier, die belgischen Minister, den Brüsseler Bürgermeister, an die belgische Akademie etc.).

Gestatten Sie mir, meine Herren, zum Schluß Ihnen allen den Ausdruck meines Dankes für das Wohlwollen, mit dem Sie mir meine Aufgabe erleichtert haben; die Herzlichkeit, die ständig in allen Umständen unter uns gewaltet hat, zeigt mir, daß der etwas lange Titel ‚Konferenz der Akademien der alliierten und assoziierten Nationen' vorteilhaft sich abändern ließe in den kürzeren und bezeichnenderen der ‚Konferenz der befreundeten Akademien'."

Dieser Exekutivausschuß soll die unten aufgeführten Statuten den Akademien, nationalen Forschungsräten und Regierungen zur Billigung in jedem einzelnen Lande vorlegen, so daß die Beschlüsse, die wir gefaßt haben, ad referendum gelten sollen. Der Internationale Forschungsrat wird endgültig dann als bestehend betrachtet, wenn drei der großen begründenden Länder ihm beigetreten sein werden; es ist zu wünschen, daß diese Beitrittserklärungen am 1. Januar 1920 erfolgt sein werden.

Nach diesem ersten Schritt soll der Exekutivausschuß auf gleiche Weise den Beitritt zu den Vereinigungen verhandelnd bewirken, die bis jetzt schon bestehen. Wohlgemerkt soll jede derselben ihre Selbständigkeit bewahren und der Beitritt zu einer derselben nicht notwendigerweise den Beitritt zu allen anderen nach sich ziehen; ein jedes Land bleibt also völlig frei, zu handeln wie es ihm zweckentsprechend erscheint.

Bis jetzt besteht endgültig: die astronomische Vereinigung; die geodätisch-geophysikalische Vereinigung; die Vereinigung für reine und angewandte Chemie. Eine Vereinigung der biologischen Wissenschaften und eine solche für wissenschaftliche Radiotelegraphie ist noch in einem weniger fortgeschrittenen Stadium der Bildung; ihre Statuten sind in Brüssel

festgesetzt, aber diese müssen noch den verschiedenen Akademien zur Genehmigung unterbreitet werden.

Die astronomische Vereinigung bleibt einheitlich, doch hat sie in ihrem Kreise 32 Kommissionen gebildet. Die geodätisch-geophysikalische Vereinigung hat sich in sechs Sektionen gegliedert: Geodäsie, Meteorologie, Erdmagnetismus, Seismologie, Vulkanologie, physische Ozeanographie. Die sechs Sektionen der Vereinigung der biologischen Wissenschaften titulieren: Allgemeine Biologie, Physiologie, Zoologie, Botanik, medizinische Wissenschaften, angewandte Biologie.

Einzelheiten über die verschiedenen Organisationen, ihre Statuten, die Geschäftsstellen, Sitz ihrer Generalsekretariate werden demnächst veröffentlicht. Ich begnüge mich heute darauf hinzuweisen, wieviel unserer Akademie anvertraut ist. Herr Emile Picard verbleibt als Präsident des Exekutivausschusses; die Herren Baillaud, Lallemand, Moureu, Delage wurden bezw. zu Präsidenten der vier oben genannten Vereinigungen ernannt. S. H. der Fürst von Monaco, unser auswärtiges Mitglied, wird den Vorsitz in der Sektion für physische Ozeanographie der geodätisch-geophysikalischen Vereinigung führen, desgl. der Unterabteilung der biologischen Ozeanographie in der Vereinigung der biologischen Wissenschaften, so daß eine innige Gemeinschaft der verschiedenen Gesichtspunkte ermöglicht ist, die den Ozeanographen interessieren.

Der amtliche Sitz des Forschungsrates ist Brüssel, wo auch die Generalversammlungen stattfinden und die Archive verwahrt werden sollen. Das Sekretariat wird in der Stadt seinen Sitz haben, in der der Generalsekretär wohnt, im vorliegenden Fall in London. Unabhängig von den Vereinigungen, deren Vorbedingungen genügend präzisiert waren, um ihre definitive Gründung zu ermöglichen, wurden Entwürfe für andere Fachgruppen vorbereitet: Vereinigungen der mathematischen Wissenschaften, der Physik, Geologie, Geographie, der Bibliographie etc., und ihre Besprechung ist des öfteren schon sehr weit gediehen. Ein interessanter Meinungsaustausch fand zwischen zuständigen Männern statt über die Ingenieurkunst, internationale Beziehungen etc.; und auch dort haben sich Organisationen vorbereitet, welche, einmal gereift, wie die vorhergehenden der Prüfung des Exekutivausschusses unterworfen sein werden; dieser wird nach Prüfung den kontraktierenden Ländern berichten, alsdann Beschluß fassen, ob er den Plan für geeignet findet, oder ob er die Aufgabe, die Frage anzuschneiden, der nächsten Generalversammlung überläßt.

Gleiche Erwartungen zeigten sich in allen Kommissionen, die über den Entwurf der Vereinigungen berieten, in dem Willen, durch die Gelehrten der alliierten und assoziierten Nationen schnell erscheinende Periodica unparteiischer Art zu begründen, die nicht allein Übersichten, sondern auch Besprechungen der Arbeiten in den hauptsächlichsten Wissenschaften veröffentlichen

sollen; für verschiedene derselben ist bereits Übereinstimmung erzielt worden.

Um den Mitgliedern unserer Akademie es zu ermöglichen, sich ein Bild von den Richtlinien der neuen Organisationen, die soeben in die Welt gesetzt worden sind, zu machen, gebe ich im folgenden die Statuten des Internationalen Forschungsrates und als Beispiel der Vereinigungen auch die Satzungen der astronomischen Vereinigung. Die Statuten aller Vereinigungen, auch diejenigen ihrer Sektionen sind nach diesem Muster gebildet; sie sind kaum in etwas anderem unterschieden, als in der Darlegung des Zweckes und einiger unwesentlicher Einzelheiten.

Zum Schluß bleibt mir noch der Wunsch zur Äußerung, daß alle Herren Akademiker sich wohl die Bedeutung vorstellen mögen, welche die gute Auswirkung solcher internationaler Vereinigungen für die künftige Entwicklung der Wissenschaft haben wird, daß sie denselben ihren Beistand wohl leihen und ihrer Disziplin sich beugen mögen.

Völlig logisch wäre es wohl gewesen, wenn die Begründung von nationalen Vereinigungen, entsprechend den verschiedenen Zweigen der Wissenschaften, der erste Schritt zur Organisation nationaler Räte gewesen wäre, so daß dann ein Internationaler Forschungsrat das ganze Werk krönte.

Unter dem Druck der Verhältnisse haben wir die Zwischenstufen übersprungen, wir nahmen an, das Problem sei bereits gelöst und haben da begonnen, wo wir eigentlich hätten enden können und müssen. Wir müssen jetzt zur normalen Bahn zurückkehren, alle die verstreuten Organisationen unseres Landes, Laboratorien, Gelehrte Gesellschaften und private Initiativen zu sammeln, sie in Vereinigungen einzubeziehen, die zugleich fest und geschmeidig sein sollen, und ohne Verzug zur Begründung eines nationalen Forschungsrates zu schreiten."

W. Eitel.

Besprechungen.

Gottlob Linck: Grundriß der Kristallographie für Studierende und zum Selbstunterricht. 4. verbess. Aufl. Gr. 8⁰. Mit 486 Originalfig. im Text u. 3 farbigen lithogr. Tafeln. 285 p. Jena. Gustav Fischer. 1920.

Die 4. Auflage dieses viel benutzten Werkes ist im wesentlichen unverändert geblieben, auch Beschaffenheit des Papiers und der Tafeln lassen nichts zu wünschen übrig, was in dieser Zeit der Papiernot besonders vermerkt sein mag.

Die neue Auflage ist um so mehr zu begrüßen, als es zurzeit in Deutschland an einem modernen, den Ansprüchen der Studierenden gerecht werdenden Lehrbuch der Mineralogie mangelt; sie sind auf das glänzende Lehrbuch von TSCHERMAK-BECKE angewiesen, das aber nicht jeder sich anschafft. So finden die Studierenden wenigstens für das Studium der Kristallographie in diesem Grundriß einen ersten, zuverlässigen Führer. **R. Brauns.**

L. Wulff: Fragmente zur Theorie und Praxis der Kristalle. 32 p. Mit 1 Doppelfigurentafel und 12 Textfiguren. Selbstverlag u. Kommissionsverlag H. Wehdemann. Parchim 1918. Gekürzte Ausgabe 1 *M*.

Verf. gibt hier eine Übersicht über seine Bestrebungen auf dem Gebiete der Kristallzucht und auf wissenschaftlichem Gebiete überhaupt; manches hat er durch persönliche Opfer erreicht, die meisten seiner Bestrebungen sind aber an der Mißgunst der Verhältnisse gescheitert. Der Leser erfährt aus dieser Schrift, was alles hierbei mitgewirkt hat, und kann das Bedauern nicht unterdrücken, daß es dem Verf. versagt geblieben ist, seine ganze Arbeitskraft dem einen Gegenstand, für den er besonderes Geschick hatte, widmen zu können, vielleicht hätte er dann in der Kristallzucht, insbesondere von Natronsalpeter und Zucker, mehr erreichen können. **R. Brauns.**

A. Nowacki: Praktische Bodenkunde. 6. neubearbeitete Auflage. 1917. Berlin. 8⁰. 208 p. 12 Abbild. 1 Farbendrucktafel.

Das 1894 zum ersten Male erschienene Werkchen stellt eine Bodenkunde dar, die wesentlich für den Praktiker bestimmt und daher volkstümlich geschrieben ist. Die eigentliche geologische Bodenkunde wird nur im Überblick behandelt. Ausführlich werden die Bodeneigenschaften, die Gestalt der Oberfläche des Bodens, Lagerungsverhältnisse, die mechanischen Bodenbestandteile und die Bodenarten besprochen. Im Schlußteil wird die Bedeutung von Bodenkarten besonders hervorgehoben und eine lateinische Nomenklatur für Böden gegeben. Dem Charakter des Büchleins entspricht es, daß etwa bei Schlemmanalysen nur der KÜHN'sche Zylinder angeführt wird, daß die Bezeichnungen „Kolloid", oder „Dispersität", oder „Absorption" nicht erwähnt werden. Wenn auch theoretisch keine besondere Vertiefung eintritt, so ist das Büchlein doch zur Aufweisung rein praktischer Beziehungen von Bedeutung und leistet viel mehr als manche andere kleine landwirtschaftliche Bodenkunde, wie sie gelegentlich mit geradezu unglaublichen Fehlern herausgegeben worden ist. **Harrassowitz.**

E. O. v. Lippmann: Entstehung und Ausbreitung der Alchemie, mit einem Anhange: Zur älteren Geschichte der Metalle. Ein Beitrag zur Kulturgeschichte. Berlin 1919. XI, 742 p.

Der ausgezeichnete Kenner der Geschichte der Chemie behandelt nicht die gesamte Geschichte der Alchemie, sondern die ihrer Entstehung und Ausbreitung. „Gerade diese Frühzeit lag nämlich, trotz aller bisherigen rühmlichen Arbeiten, immer noch in tiefem Dunkel und war der Aufklärung besonders bedürftig; für die spätere Periode hingegen, die etwa im 11. Jahrhundert mit dem Aufkommen der Alchemie in Südeuropa einsetzt und erst an der Schwelle der neuesten Zeit abschließt, liegen bereits treffliche und reichhaltige Darstellungen verschiedener Richtung vor." Unter diesem Gesichtspunkte folgen aufeinander die Abschnitte: 1. Die Überreste der alchemistischen Literatur, 2. Die Quellen der alchemistischen Lehren, 3. Chemie und Alchemie, 4. Die Alchemie im Orient, 5. Die Alchemie im Occident.

„Vielfach steht die Geschichte der Alchemie in innigem Verbande mit jener der Mineralogie und der chemischen Technologie, namentlich der Metallurgie; diesen Zusammenhängen wurde daher allerorten besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Um jedoch weitgehende Zersplitterung zu vermeiden, schien es zweckmäßig, die Hauptmenge der Nachrichten über die ältere Geschichte der Metalle in einem besonderen Anhange, dem 6. Abschnitte des Buches, zu vereinigen; eingehendere Berücksichtigung fanden hierbei die kulturhistorischen und etymologischen Gesichtspunkte, schon weil die einschlägigen Quellen dem Chemiker meist schwer zugänglich oder ganz unbekannt sind. Der Natur der Sache nach beschränken sich jedoch diese Darlegungen auf die sog. planetarischen und die als Abarten von solchen angesehenen Metalle sowie auf ihre Legierungen" — Gold, Silber, Elektron, Kupfer, Bronze, Messing, Blei, Zinn, Zink, Quecksilber, Eisen, Antimon. Ein Meisterwerk historischer Darstellung.

Die unumgängliche allgemeine Auseinandersetzung mit M. Berthelot als Historiker hat der Verfasser in einen Nachtrag verwiesen.

Liebisch.

Personalia.

Ernannt: a.o. Professor Dr. **Joh. Wanner** in Bonn a. Rh. zum o. Professor für angewandte Geologie an der dortigen Universität.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über das Vorkommen von Zinkblende im Basalt des Bühls bei Cassel.

Von **W. Eitel**.

Mit teilweiser Benutzung orientierender mikroskopischer Studien von W. Irmer.

Mit 6 Textfiguren.

Unter den zahlreichen wissenschaftlich wertvollen Einschlüssen, die in dem Basalte des Bühls bei Weimar in der Nähe von Cassel sich finden, sind diejenigen einer schwarzen Zinkblende besonders merkwürdig. Durch das Entgegenkommen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M., der ich an dieser Stelle ergebenen Dank aussprechen möchte, konnte ich das vortreffliche Material der Hornstein'schen Sammlung zur näheren Erforschung der mineralogischen und petrographischen Natur der so interessanten Blendeeinschlüsse benutzen und insbesondere auch die Bildungsumstände und Vorgeschichte derselben soweit möglich in allen Einzelheiten verfolgen.

So häufig die Blende als Gangbildung auftritt, besonders in der kiesig-blendigen Bleierzgangformation (cf. R. Beck), so selten hat man dieselbe in effusiven Gesteinen beobachtet. E. Wildschrey erwähnt in seiner Dissertation [1], daß G. Leonhard [2] zuerst im Basalte der Gierswiese bei Hohen-Honnef Blende gefunden hat, ebendort auch von von Dechen beschrieben [3], als Einsprengling in einem weißen Quarzeinschluß. Auch im Basalte von Oberwinter (im Unkeler Steinbruch, l. c. p. 155) fand man eine schwarze spätige Blende als Einschluß von Walnußgröße, aus erbsengroßen Kristallindividuen bestehend. Besonders bemerkenswert ist auch das von O. Becker [4] erwähnte Vorkommen der Blende im Basalte vom Finkenberg, in devonischen Gangquarz eingelagert (zuerst von Bodenstein beobachtet, siehe bei Wildschrey, l. c. p. 7). Alle

[1] Neue und wenig bekannte Mineralien aus dem Siebengebirge und seiner Umgebung. Diss. Bonn. 1911. p. 6.

[2] Handwörterbuch d. topogr. Mineralogie. 1843. 105.

[3] Geognost. Führer in das Siebengebirge. 1861. 156.

[4] Der Basalt vom Finkenberg. Bonn, 1906, handschriftl. Nachtr.

diese Vorkommnisse lassen sich aber jedenfalls auch nicht annähernd an Schönheit und Menge der Einschlüsse mit dem Material vom Bühl vergleichen, zumal insbesondere sich deren Bildung und Schicksale in besonders klarer Weise enthüllen ließen.

In der Sammlung des verstorbenen Herrn Prof. HORNSTEIN sind etwa dreißig sehr schöne, z. T. recht bedeutend große Zinkblendeeinschlüsse enthalten, von denen 18 näher untersucht worden sind. Es mußte dabei als Leitgedanke gelten, möglichst die paragenetischen Verhältnisse in den Blendevorkommnissen zu klären und daraus die Vorgeschichte derselben abzuleiten, was in der Tat dank der vorzüglichen Belegstücke völlig gelungen ist.

Makroskopisch erscheinen die Blendeeinschlüsse in der Regel als unregelmäßige, manchmal auch fast platten- oder linsenförmige Einlagerungen in den normalen Bühlbasalt. Die vorzügliche Spaltbarkeit des Minerals fällt sofort auf den frischen Bruchflächen der Einschlüsse ins Auge, ebenso der sehr lebhafte Diamantglanz. Weitaus in den meisten Fällen ist die Blende ganz schwarz — sammetschwarz mit einem Stich ins Bläulichschwarze — gefärbt, verrät also sofort ihren hohen Gehalt an isomorph beigemengtem Eisensulfid; abgelöste Spaltblättchen erscheinen nur in sehr intensivem Lichte (im Sonnenlicht oder im Lichte der Bogenlampe) eben mit rotbrauner Farbe durchsichtig. In wenigen ganz besonders merkwürdigen Handstücken aber bemerkt man eine fast farblose, nur schwach gelbliche oder honiggelbe Blende in rundlichen knollenförmigen Kristallaggregaten, die nach dem umgebenden Basalte zu in eine Zone von gelblichroter Farbe übergeht, um schließlich am Kontakt mit dem Eruptivgestein in der gewöhnlichen tiefschwarzen Farbe zu erscheinen. Es machen derartige Einschlüsse ganz den Eindruck, als hätte eine ursprünglich sehr schwach eisenhaltige Zinkblende aus dem Basalt oder aus anderen Substanzen der unmittelbaren Umgebung randlich Eisensulfid aufgenommen, als sei aber die isomorphe Mischung nur an den Randpartien der Blende zustandegekommen, während die Zeit nicht ausreichte, um in dem anisotropen Medium durch Diffusion den ungleichmäßigen Sulfidgehalt überall auszugleichen.

An vielen Handstücken fällt sogleich die oft innige Durchwachsung der Blende mit Quarz und braunem Gesteinsglas ins Auge; die einzelnen Quarzkörner sind meist wasserklar, nur von etwas Glas am Rande und auf den Sprungflächen durchsetzt. Das fast stetige Zusammenvorkommen von Quarz und Blende legt die Vermutung sehr nahe, daß beide Mineralien auch vor der Einbettung in die Basaltmasse paragenetisch verknüpft gewesen sind, daß also eine primäre Gangbildung ihnen zugrunde liegt. An manchen Stellen erscheint sogar der Basalt ganz durchsetzt von sandig-körnigen Quarzschmitzen, die von einem braunen Glase zusammengehalten werden. Sehr bemerkenswert ist das Auftreten von

Magnetkies in Gestalt kleiner unregelmäßiger Kristallaggregate, die zuweilen in den Basalt direkt eingelagert erscheinen, z. T. sich mit dem Quarz und der Blende zusammen vorfinden, im ersteren Falle jedoch stets in der nächsten Umgebung der anderen Mineralien anzutreffen sind. Es ist nach dem Charakter des Vorkommens des Magnetkieses jedenfalls nicht zu bezweifeln, daß auch dieser mit dem Quarz und der Blende paragenetisch verknüpft ist und nicht etwa im Basalte eine primäre Bildung darstellt.

Die Grenze zwischen Basalt und Blende erscheint in den meisten Fällen fast ganz scharf gezogen; mitunter aber beobachtet man eine dünne schwarze Glasschicht zwischen beiden, nach der die Einschlüsse sich verhältnismäßig leicht ablösen lassen, und die, wenn sie frei liegt, sich als rundlich angeschmolzene Masse darstellt, in der die rhombendodekaedrisch spaltenden schwarzen Kristalle der Blende eingebettet liegen. Diese Glaszone sieht an vielen Stellen dann ganz so aus, als sei die Blende selbst in dem Basalte angeschmolzen worden; indessen haben sich echte Schmelzerscheinungen und -strukturen an der Blende selbst bei näherer Untersuchung nie beobachten lassen, höchstens bemerkt man zuweilen eine gewisse Aufblätterung der kompakten Kristalle zu dichten unregelmäßig orientierten Aggregaten, welche ganz vom Glase durchsetzt sind.

Die Kristalle der Zinkblende erreichen oft eine beträchtliche Größe, manche Individuen messen etwa 13 auf 14 mm im Querschnitt. Das physikalische und chemische Verhalten derselben gleicht völlig dem der bekannten eisenreichen Varietäten.

Die Untersuchung einiger der wichtigsten der mir vorliegenden Handstücke auf mikroskopischem Wege geschah zunächst zwecks Klarstellung der paragenetischen Verhältnisse der Blende zu den kieselsäurehaltigen Begleitmassen der Einschlüsse mit Hilfe der Dünnschliffmethode. Herr Dr. W. Irmer hat sich im Sommer des vorigen Jahres der Aufgabe gewidmet, einige der wichtigsten dahingehenden Tatsachen kurz festzustellen. Meist sind die Blendeeinschlüsse ganz scharf gegen den Basalt abgegrenzt; dieser selbst erscheint vollkommen normal, wie ihn W. Irmer in seiner Dissertation (Frankfurt a. M. 1919) geschildert hat, nur ist das Gestein hier ziemlich reich an schwarzbraunem Glase. Die Blende tritt in Gestalt unregelmäßig verteilter ziemlich gleich großer Fetzen auf, in deren Zwischenklemmasse das schon wiederholt erwähnte schwarze Glas mit den Bestandteilen des Basaltes durchsetzt erscheint, so vor allem mit Plagioklaskristallen, Olivinkörnern, z. T. relativ großen Augitleisten, Magnetitkörnchen und Skeletten des nelkenbraunen Ilmenits, endlich zahllosen dunklen Mikrolithen. Auch heller gefärbtes braunes, seltener rotes, gelbrotes oder gelbes Glas findet sich allenthalben, z. T. sphärolithisch entglast. Oft bemerkt man auch in einer fast undurchsichtigen Glasgrundmasse vereinzelte

zersprungene und stark korrodierte Quarzkristalle, daneben wieder gegabelte oder federfahnenartige Skelette von Labrador und Bytownit sowie ziemlich große Augitkristalle, von denen ein Teil sich durch ihre grüne Farbe sofort von dem braunen basaltischen Augit als Neubildung unterscheiden.

Zuweilen ist der Quarz in größeren Mengen erhalten geblieben; in derartigen Schliffen bemerkt man besonders nach dem Rande des Einschlusses hin eine erhebliche Zunahme der dunkelbraunschwarzen Glasmasse, die sich in scharfem Saume auch um die Zinkblende herumlegt. In dem Glase findet man auch hier charakteristische Plagioklasskelette; die Quarzkörner erscheinen stets stark korrodiert und zersprungen, bisweilen zu sandsteinartigen Massen angehäuft. Meist zeigt der Quarz undulöse Auslöschungserscheinungen, also erhebliche innere Spannungen. Die größeren Körner bilden meist unregelmäßige Aggregate von lückenlos-dichter Beschaffenheit, die kleinen Zwischenräume zwischen den Quarzbröckchen sind von hellgefärbtem Glase erfüllt. Es ist nach dem Gesamtbilde nicht daran zu zweifeln, daß durch die chemische Wechselwirkung zwischen der Basaltmasse und dem Quarze die verschiedenen Gläser gebildet worden sind. Für diese thermometamorphe Umbildung des ursprünglichen Einschlußmaterials spricht auch das Auftreten kalkarmer magnesiumdiopsidartiger Pyroxene, die nach unseren Untersuchungen für die Einschlüsse des Bühlbasaltes überhaupt sehr charakteristisch erscheinen. In einzelnen Fällen beobachtet man eine eigentümliche Kranzstruktur um die korrodierten Quarzkörner; das reliktische Quarzkorn wird nämlich oft von einem Hofe farblosen oder schwach grünlichgefärbten Glases umgeben, in dem zahlreiche kleine Pyroxenmikrolithe radial gestellt zum Quarz erscheinen. Es ist dies dieselbe Resorptionsstruktur, welche der Verfasser insbesondere an zahlreichen Magnetkieseinschlüssen des Bühlbasaltes beobachtet hat.

An einem bestimmten Schliff wurde beobachtet, wie die Zinkblende mit Magnetkies vergesellschaftet auftritt; der betreffende Einschluß enthält unregelmäßige Zinkblendefetzen in einem dunkelrotbraunen Glase, in dem man Quarzrelikte und gelegentlich typische kleine tombakfarbene Magnetkieskörner erblickt. Manchmal ist sogar eine direkte Nebeneinanderlagerung des Magnetkieses und der Blende bezw. eine Einsprengung desselben im Quarz wahrzunehmen. Diese Paragenesis läßt jedenfalls darauf schließen, daß der Quarz und die Blende mit dem Magnetkies gleichaltrig ist. Es fragt sich nur noch, ob der letztere eine primäre Bildung oder etwa aus einem anderen Mineral, insbesondere aus Schwefelkies, durch thermische Dissoziation (s. u.) erst entstanden ist.

An sonstigen mineralischen Akzessorien der Basalteinschlüsse ist besonders interessant das Auftreten von Cordierit in den glasigen Grenzzonen der Quarzpartien gegen den Basalt. Dieses Vorkommen

ist ganz den typischen Buchiten ZIRKEL's entsprechend; die einzelnen Individuen der manchmal zu deutlichen Drillingen vereinigten Kristalle sind ganz durchsetzt mit einem merkwürdigerweise violetten Glase und unzähligen Mikrolithen.

Die Blende selbst ist meist völlig undurchsichtig, kann indessen an den Schliffrändern unter günstigen Umständen mit tiefrotbrauner Farbe durchscheinend werden. In einem Fall wurde das gleiche mikroskopisch beobachtet, was schon oben bei der makroskopischen Beschreibung der hellgelb gefärbten Blende erwähnt worden ist: man bemerkt nämlich an der betreffenden Schliffstelle eine deutliche Zonarstruktur, bei der die Ränder der Blende sehr reich an isomorph gelöstem Eisensulfid ausgebildet sind, daher undurchsichtig schwarz erscheinen, während der weit weniger Eisen enthaltende zentrale Teil des Blendekristalls mit roter Farbe durchschimmert. Derartige Vorkommnisse machen zudem durchaus den Eindruck, als ob sie an den Rändern verschmolzen seien; indes ist die Ursache der im Schliffbilde erscheinenden runden Konturen stets nur das Auftreten geflossener Gläser, während bei auffallendem Lichte die Zinkblende meist scharf begrenzt erscheint. Offenbar hat dies aber nicht verhindert, daß von außen her, also aus der schmelzflüssigen Umgebung, die Blende Schwefeleisen aufgenommen hat; die langsame Diffusion in den Kristallen der Blende verhinderte indessen bei der verhältnismäßig raschen Abkühlung des erstarrenden Effusivgesteines und seiner Einschlüsse eine gleichmäßige Verteilung der isomorph gelösten Komponente. Bemerkenswert ist ferner, daß man keine Magnetkiesrelikte in der Nachbarschaft derartiger zonarer, im Kern eisenarmer Blende mehr findet.

Sehr merkwürdig ist das Auftreten von regelrechten Filzen von Feldspäten in den Zonen um manche der Blendeeinschlüsse, die auf den ersten Blick durch zahllose eingelagerte Magnetitkörnchen den Anschein erwecken können, als habe man glasdurchtränkte filzige Sillimanitaggregate vor sich. Eine Verwechslung derartiger Gebilde ist jedoch bei Beobachtung der niedrigen Doppelbrechung so gut wie ganz ausgeschlossen (vgl. ähnliche Feldspatfilze in silikatischen Einschlüssen, die von Frl. L. VELDE in ihrer Dissertation, Frankfurt a. M. 1920, beschrieben sind).

Als Merkwürdigkeit sei auch noch Zirkon erwähnt, der in einem Zinkblendeeinschluß als akzessorischer Begleiter auftrat, sonst aber im Bühlbasalt nicht eben häufig vorzukommen scheint. Der sehr schöne Kristall von 0,8 mm Durchmesser zeigte eine treffliche Zonarstruktur; die Plagioklasleisten des umgebenden normalen Basaltes sind tangential um diesen Kristall herumgelagert. Ob dieser Zirkon ursächlich mit dem direkt danebenliegenden Blendeeinschluß zusammenhängt, möchte der Verfasser bezweifeln; er hält den Zirkon vielmehr für ein zufällig in die Nähe desselben geratenes Begleitmineral des Basaltes selbst.

Das gleiche muß von den sehr zahlreichen Wachstumsformen des nelkenbraunen Ilmenits gelten, welche oft in den Blendeeinschlüssen zwischen den einzelnen Kristallen zu finden sind.

Die Dünnschliffmethode ist bei der besonderen Eigenart des Vorkommens der Blende in vermutlicher Begleitung anderer paragenetisch wichtiger undurchsichtiger Mineralien nicht geeignet, gerade diese Zusammenvorkommnisse in allen Einzelheiten aufzuklären. Deshalb versuchte der Verfasser, an angeschliffenen und auf Hochglanz polierten Handstücken mit Hilfe metallographischer Methoden tiefer in die vorliegenden Zusammenhänge einzudringen. Es wurde eine Reihe vorzüglich gelungener Schliffpräparate angefertigt und diese mittelst eines Opakilluminators (von E. Leitz-Wetzlar) im auffallenden Lichte untersucht. Die Blende läßt sich zwar selbst ausgezeichnet auf Hochglanz polieren, beim Schleifen macht sich aber ihre außerordentliche Sprödigkeit und Spaltbarkeit gegenüber der bedeutenden Zähigkeit des umgebenden Gesteines sowie der relativ so sehr viel größeren Härte des Quarzes sehr störend bemerkbar. Es war auch bei vorsichtigster Behandlung der Schliffe meist nicht möglich, eine ganz ebene, vollkommen glatte Oberfläche auf der Blende zu erzielen, vielmehr wurden stets kleinere Partien beim Polieren herausgerissen und hinterließen sehr charakteristische von den rhombendodekaedrischen Spaltflächen begrenzte dreieckige Löcher. Erst durch Einbettung der Schliffe in Siegellack (nach einem Vorschlag von Herrn Dr. H. Schneiderhöhn, dem ich bestens für freundliche Mitteilung seiner Erfahrungen danke) gelang es, einwandfreie Präparate herzustellen, an denen vor allem die Ränder der Blendekristalle auch in einer Ebene mit der Umgebung, sei es Glas oder Basalt, lagen.

Die Untersuchung im auffallenden Lichte zeigte sofort hervorragend deutlich, daß von einer Abschmelzung der Zinkblende in der Basaltmasse, auch wenn so gut wie gar kein Glassaum zwischen beiden gelegen war, nicht die Rede sein konnte. Wenn sich die Blende direkt im Basalt eingesprengt fand, wie dies z. B. in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, so hatte sie stets scharfe zackige Ränder, ohne Korrosionserscheinungen an den Kanten zu zeigen. In vielen Fällen ist die Blende von scharfen Spaltrissen durchzogen, ja es kann zwischen die einzelnen aufgespaltenen Teile derselben auch noch Basaltglasmasse eingedrungen sein, ohne irgendwie das Sulfid zu verändern (Fig. 3). Beim gelinden Anätzen der Blende mit kaltem Bromdampf, mit dem sie sehr lebhaft unter Bildung von Zinkbromid und Bromschwefel reagiert, treten mitunter sehr deutlich die charakteristischen Zwillingslamellen nach (111) auf (in Fig. 3 sind die verschieden stark angeätzten untereinander verzwillingten Partien der Blende durch Punktierung unterschieden). Die im angeätzten Präparat besonders schön mit hellgrauer Farbe hervortretende Glasmasse muß ziemlich leicht-

flüssig gewesen sein, man sieht sie nämlich nicht nur, wie in Fig. 3 angedeutet, in breiten Strömen, sondern wie z. B. in Fig. 4 in äußerst feinen Äderchen in die aufgeblätterte Blende eindringen.



Fig. 1. Zinkblende, Quarz und Basaltglas. Vergr. 23.

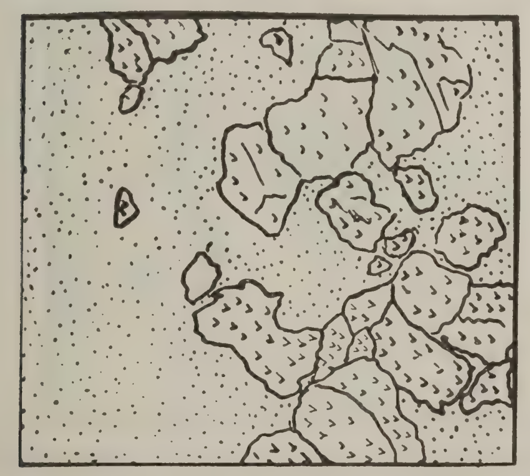


Fig. 2. Zinkblende, direkt in Basalt eingelagert. Vergr. 23.

So gut wie immer bemerkt man einen innigen Zusammenhang des Glases mit den in zahlreichen verrundeten Körnern auftretenden Quarzkristallen, welche stets von einer dünnen Haut des Glases umgeben erscheinen. Die Quarzkörner ragen immer in deutlichem Relief aus den Schliffen hervor; sie erscheinen von zahlreichen

unregelmäßigen Sprüngen durchsetzt und enthalten massenhafte Interpositionen von Glas. In Fig. 5 ist eine Stelle eines Schliffes dargestellt, in der die Blende mit dem Quarze innig verwachsen

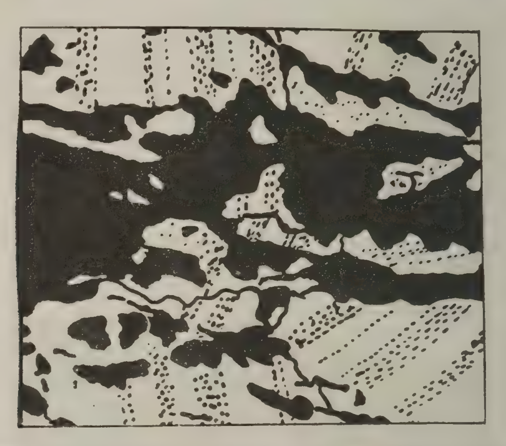


Fig. 3. Glaszone in Zinkblende, letztere mit deutlichen Zwillingslamellen. Vergr. 40.



Fig. 4. Randliche Aufblätterung der Zinkblende gegen das schwarze Basaltglas. Links oben Quarz. Vergr. 73.

erscheint, so daß an der paragenetischen Zusammengehörigkeit dieser Mineralien nicht zu zweifeln ist.

Sehr wichtig ist das in Fig. 6 in 73facher Vergrößerung dargestellte Vorkommen von Pyrit in Paragenesis mit Quarz und Zinkblende. Es ist dieses Vorkommen allerdings das einzige beobachtete

geblieben; das größte in dem betreffenden Schliff bemerkte Pyritkorn maß etwa 0,3 mm im Durchmesser. Der Schwefelkies lag an der abgebildeten Stelle völlig in Blende eingeschlossen, ohne



Fig. 5. Innige Verwachsung der Zinkblende mit Quarz. Vergr. 70.



Fig. 6. Pyrit mit Gangquarz als Einlagerung in Zinkblende. Vergr. 73. Ritzprobe.

daß er mit dem Basalt irgendwo direkt in Berührung gekommen wäre. Die in Fig. 6 eingetragenen schwarzen Stellen sind nur löcherige Partien, die im auffallenden Lichte ganz dunkel erscheinen. Eine Verwechslung mit Magnetkies ist ganz ausgeschlossen, da besonders mit Hilfe der Ritzhärteprüfung sowie im Verhalten gegen

Ätzmittel (Salzsäure, Bromdampf) die große Widerstandsfähigkeit der Körner dieselben unzweifelhaft als Pyrit erwiesen. Die auf Fig. 6 eingezogenen Linien stellen z. B. die Furchenspur einer Nähnadel dar, welche dreimal quer über das Gesichtsfeld gezogen worden war. Während die Nadel naturgemäß in der weichen Blende ohne weiteres tief eindrang und auch im Magnetkies ohne Schwierigkeiten Ritzspuren eingegraben hätte, hören die Kratzer im Schwefelkies sofort auf und setzen erst jenseits desselben mit der gleichen Deutlichkeit fort. Der der Fig. 6 zugrunde liegende Schliff enthält nur an der einen abgebildeten Stelle Pyrit, weiter oben rechts nur noch einige kleinere Körnchen, die z. T. in Quarz eingewachsen sind, während sonst nirgends Pyrit beobachtet werden konnte. Es liegt hier die Annahme nahe, daß es sich in vorliegendem Falle nur um ein zufällig erhalten gebliebenes Relikt der primären Blende-Pyrit-Quarz-Paragenesis handeln könne.

Die metallographische Untersuchung der Blendeeinschlüsse wird auf das vorteilhafteste ergänzt durch eine solche im schräg auffallenden Lichte im Binokularmikroskop nach Greenough. Derartige Schliffe, wie sie im Vorstehenden bereits beschrieben wurden, gewähren alsdann einen überraschenden, ganz hervorragend ästhetischen Anblick, besonders wenn man sie im Sonnenlichte oder in intensivem Bogenlampenlichte betrachtet. Nicht nur erkennt man alsdann die prächtig rubinrot oder tiefbraunrot durchschimmernden Ränder der Spaltflächen der Zinkblende, sondern man sieht alsdann das Glas mit stumpf-sammetschwarzer Farbe gut hervortreten, und die fast farblosen wasserklaren Kristalle des Quarzes gewähren einen tiefgründigen Einblick in ihr Innerstes. In den meisten Fällen ist sehr deutlich zu erkennen, daß die Quarzkristalle mit der Blende tatsächlich auf das Innigste verwachsen sind. Die in Fig. 6 dargestellte Partie zeigt im Binokularmikroskop überdies noch besonders schöne zahlreiche feinste Pyritäderchen in den Quarz eingelagert, so daß nach dem Gesamtbild zu urteilen jedenfalls ein primäres Gangvorkommnis in den Blendeeinschlüssen vorliegen muß, welches von dem Basalt aus der Tiefe nach oben befördert wurde. Irgend einen Anhaltspunkt für das geologische Alter dieser Gangbildungen haben wir indes nicht, da gerade die sonst im Bühlbasalt so häufigen oligocänen und vermutlich triassischen Sedimenteinschlüsse nirgends in unmittelbarer Begleitung der Blende beobachtet worden sind. Es wäre immerhin nicht ausgeschlossen, daß die primären Quarzgänge mit Blende und Pyrit ähnlich wie in dem Vorkommen des Finkenbergs in paläozoischen Horizonten, also in beträchtlicher Tiefe, gesucht werden müssen.

Wo ist nun aber der Pyrit, der zweifellos doch einmal in größerer Menge in dem Gange vorhanden war, neben der Blende

verblieben? — Nach den Untersuchungen amerikanischer Forscher[1] über die mineralischen Eisensulfide sowie nach den Beobachtungen von WILDSCHREY (l. c.) und R. BRAUNS[2] ist jedenfalls bei Atmosphärendruck das Eisendisulfid von 575° ab nicht mehr beständig, sondern geht, besonders rasch bei noch höheren Temperaturen, im Sinne des Dissoziationsgleichgewichts $[FeS_2] \rightleftarrows [FeS] + S$ in Magnetkies über. In der Tat werden nach den Beobachtungen IRMER's und des Verfassers vorwiegend reine Magnetkieskonkretionen als unmittelbare sulfidische Einschlüsse des Bühlbasaltes sehr häufig angetroffen, höchst selten jedoch (erst neuerdings vom Verfasser festgestellt) reliktische Pyritaggregate, die z. T. noch im Stadium teilweiser Zersetzung erhalten geblieben sind. Die thermische Umwandlung hat infolgedessen sicherlich auch einen Teil der Pyritsubstanz des primären Gangvorkommens im Bühlbasalt ergriffen, wie in der Tat einzelne Magnetkiesbröckchen in Begleitung der Blende zeigen (s. o.). Selten jedoch trifft man den Magnetkies in unmittelbarer Berührung mit der schwarzen Blende an; es ist dies ohne weiteres dadurch zu erklären, daß die primäre Blende an sich zunächst eisenarm gewesen ist, der Magnetkies, der bei der thermischen Dissoziation des Pyrits entstand, indessen sogleich isomorph in der Zinkblende sich auflöste, wenn ein unmittelbarer Kontakt der beiden Mischungskomponenten vorlag, wobei die hohe Temperatur des im Basalt eingeschlossenen Systems der Diffusion des Schwefeleisens in der Blende förderlich war. Es stimmt mit dieser Ansicht auf das beste, daß man höchstens reliktischen Magnetkies in der nächsten Umgebung eines völlig schwarzen, offenbar an Schwefeleisen gesättigten Blendekristalls trifft, vor allem auch der Umstand, daß die oben erwähnte honiggelbe Blende des eingangs makroskopisch geschilderten Stücks randlich dunkelbraun bis tiefschwarz gefärbt erscheint.

Die Vorgeschichte der Blendeeinschlüsse ist also kurz folgende: Ein in unbekannter Tiefe das Gebirge durchsetzender Gang von Blende mit wenig Pyrit und viel Quarz wurde von dem Basalt durchbrochen. Mitgerissene Bruchstücke des Ganges erlitten dabei eine weitgehende thermische Umbildung, indem der Pyrit in Magnetkies und Schwefeldampf dissoziierte. Bei der hohen Temperatur der Umgebung konnte der Magnetkies mit der Blende jedenfalls in isomorphe Mischung eingehen; es braucht dabei nicht einmal der Schmelzpunkt des Schwefeleisens (nach ALLEN, CRENSHAW und JOHNSTON, l. c. 1183° in H_2S-Atmosphäre gemessen) erreicht worden zu sein, so daß dieses im flüssigen Zustande die Blende umspült hätte. Es genügt völlig die Annahme, daß die festen Phasen FeS und ZnS

[1] ALLEN, CRENSHAW und JOHNSTON, Zeitschr. f. anorg. Chem. **76**. 1912. 201—273.

[2] Sitz.-Ber. d. Niederrh. Ges. f. Naturk. Bonn, 2. Juni 1913.

bei den Zustandsbedingungen lebhafter atomistischer Beweglichkeit im Mischkristall (vgl. G. TAMMANN's Untersuchungen über die isomorphen Lösungen[1]) koexistierten und demzufolge ineinanderdiffundierten, ähnlich wie der feste Kohlenstoff nach den Erfahrungen der Metallkunde beim Zementstahlprozeß in das kohlenstoffarme Eisen einwandert. Während dieses Diffusionsprozesses unterbrach die Erstarrung des Basalts und die fortschreitende relativ rasche Abkühlung des Gesteinskörpers bald den Ausgleich der Konzentrationsunterschiede, und im gewissermaßen halbfertigen Zustande sind die Einschlüsse nach der partiellen Abtragung des Basalts auf uns überkommen.

Im Anschluß an die mineralogische Untersuchung der Zinkblendeeinschlüsse sei auch noch einiges über ihre chemische Zusammensetzung mitgeteilt. Die Beobachtung, daß die Blende im Bühlbasalt z. T. nahezu, wenn nicht ganz an Schwefeleisen gesättigte Mischkristalle darstellt, läßt im Einklang mit der tiefschwarzen Farbe und der sehr starken Absorption erwarten, daß sie extrem eisenreiche, in der Literatur als Marmatit und Christophit bezeichnete Spielarten dieses Minerals repräsentiert. Eine Analyse des wertvollen Bühlmaterials hat bereits mein verstorbener Lehrer M. DITTRICH für Herrn HORNSTEIN im August 1909 geliefert; da dieselbe noch nicht veröffentlicht worden ist, darf ich an dieser Stelle sie aus dem HORNSTEIN'schen Nachlaß entnehmen und hier zum Abdruck bringen. Das zur Analyse verwendete Stück ist von der ausgezeichnet großkristallisierten spätigen Blende entnommen, die in Fig. 3 im Anschliff sich als mit wenig Glas durchwachsen darstellt. Magnetkies ist nirgends in dem Schliffe des Präparates beobachtet worden. M. DITTRICH erhielt folgende Analysenzahlen:

		Molekular-Verhältnisse	
Gangart	3,52	—	
Eisen	12,28	0,2173	1,0195 (Eisen + Mangan + Zink)
Mangan	Spur	—	
Zink	52,02	0,8022	
Schwefel	32,08	1,0028	
	99,90		

Die betreffende Probe entspricht einem Verhältnis FeS : ZnS ca. = 1 : 4, also beinahe dem Marmatit (mit 1 : 3); bemerkenswert ist der kleine Mangangehalt der Blende. Verfasser versuchte von einem anderen ausgezeichneten spätigen Stück, das ebenfalls keinen Magnetkies enthielt, die Zusammensetzung zu bestimmen. An dem ausgezeichnet reinen, sehr glasarmen Material bestimmte er das spezifische Gewicht zu 4,033 $\pm$ 0,005; das mit Bromoform

[1] Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. **107**. 1919, insbes. p. 7.

vom größten Teil der Gangart isolierte Mineralpulver hatte folgende Zusammensetzung:

		Molekular-Verhältnisse	
Gangart	0,98	—	
Eisen	19,50	0,2568	0,9920
Mangan	Spur	—	
Zink	48,08	0,7352	
Cadmium	Spur, nicht best.	—	
Schwefel	31,79	0,9936	
Summe . . .	100,35		

Auch Verfasser fand Spuren Mangan, außerdem etwas Cadmium; das Verhältnis FeS : ZnS ist hier etwa 1 : 3, einem normalen Marmatit ungefähr entsprechend.

Frankfurt a. M., Min.-petr. Inst. d. Univ., im März 1920.

Bei der Redaktion eingegangen am 12. März 1920.

Gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle und Zwillingsverwachsung.

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Ich habe kürzlich auf Grund einiger in jedem Lehrbuch der Mineralogie sich findenden Tatsachen und einiger von Johnsen[1] und Becke[2] beschriebenen Beobachtungen den Satz ausgesprochen, daß jeder ungestört aufwachsende Kristall zu seiner Unterlage eine Gleichgewichtslage annimmt, die durch seine Oberflächenenergie bestimmt wird[3]. Leider ist mir damals eine für die Frage der gesetzmäßigen Aufwachsung außerordentlich wichtige Arbeit von Johnsen[4] entgangen. Darin hat Johnsen eine große Zahl von vorwiegend eigenen Beobachtungen über die Aufwachsung der Kristalle zusammengestellt, auf die ich zur Bestätigung meiner Ansicht ausdrücklich verweise. Johnsen hat durch zahlreiche Versuche bewiesen, daß bei Kristallen, die mit einem Ende einer polaren Achse aufgewachsen sind, die

---

[1] A. Johnsen, Über radialstrahlig gruppierte Muscovitkristalle. Dies. Centralbl. 1908. p. 504—506.

[2] Min. u. petr. Mitt. 10. 1889. p. 492.

[3] Georg Kalb, Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage? Dies. Centralbl. 1920. p. 65.

[4] A. Johnsen, Untersuchungen über Kristallzwillinge und deren Zusammenhang mit anderen Erscheinungen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII. 1907. p. 237—344.

Aufwachsfläche gegenüber der Gegenfläche die größere Lösungsgeschwindigkeit besitzt und durch einen Wachstumsversuch mit Weinsäure es wahrscheinlich gemacht, daß mit einer relativ großen Lösungsgeschwindigkeit einer Fläche eine relativ große Wachstumsgeschwindigkeit verknüpft ist. Johnsen macht darauf aufmerksam, daß bei einigen Mineralen die Aufwachsfläche mit dem Fundpunkt wechselt, weiter, daß die Aufwachsfläche „annähernd am Ende einer solchen Richtung liegt, die einen der größten Durchmesser der Kristalle darstellt, also entweder Streckung (Epidot) oder — wenn nicht singulär — tafeligen Habitus bedingt (Eisenglanz). So sind z. B. gerade die Turmaline von Andreasberg, die nach obigem nicht mit einem c-Ende aufsitzen wie die meisten anderen Vorkommen, im Gegensatz zu diesen parallel c stark verkürzt“ (p. 338). Johnsen hat dann vor allem darauf hingewiesen, daß die Fläche, mit der die Kristalle meist aufwachsen, bei Zwillingsverwachsung gewöhnlich als Verwachsungsfläche auftritt und daß auch Zwillinge eine bestimmte Aufwachsung erkennen lassen.

Ein Erklärungsversuch für die gesetzmäßige Aufwachsung von Kristallen mit polarer Achse ist wohl in folgendem Satze von Johnsen enthalten: „Daß eben jene Kristallkeime, welche die leichter lösliche, also mit der größeren ‚spezifischen Oberflächenenergie‘ ausgestattete Komponente eines Flächenpaares versteckt halten, die anderen Keime aufzehren können, ist nach dem Vorausgehenden einleuchtend“ (p. 333). Es findet also sozusagen eine Auslese [1] der gegenüber der Auflösung begünstigten Kristalle statt. Dieser Ansicht Johnsen's vermag ich mich nicht anzuschließen. Ich spreche jedem wachsenden Kristalle die Fähigkeit zu, eine durch seine Oberflächenenergie bedingte Lage zur Unterlage von vornherein einzunehmen, wenn nicht Hindernisse (z. B. andere Kristalle) in den Weg treten.

Viola [2] hat die Behauptung ausgesprochen, daß bei Zwillingsbildung die Kristallindividuen durch ihre herrschenden Elemente in Verwachsung kommen [3] aus demselben mechanischen Grunde, der bewirkt, daß Stäbchen bezw. Täfelchen von Nichtkristallen sich in einer Flüssigkeit, in der sie schweben, bei der Berührung mit ihren herrschenden Elementen, also Stäbchen mit ihren Längsflächen und Täfelchen mit ihrer Tafelfläche aneinanderlegen.

Ich möchte auf Grund des Gesetzes der Aufwachsung im Gegensatz dazu die Behauptung aufstellen, daß bei der Zwillingsverwachsung Kristalle, die in der Kristallgestalt besonders vor-

---

[1] Eine solche Auslese wäre selbstverständlich bei Kristallen mit nicht polarer Achse ausgeschlossen.

[2] C. Viola, Grundzüge der Kristallographie. Leipzig. 1904. p. 240.

[3] Die herrschenden Elemente bestimmen nach Viola sowohl das Gesetz der Zwillingsverwachsung als auch die Verwachsungsfläche.

herrschende Elemente besitzen, mit den nicht vorherrschenden Elementen verwachsen [1]. Danach wachsen in einer Richtung stark gestreckte Kristalle mit einem Ende der Hauptrichtung zusammen; bekannt sind die auch von JOHNSEN (p. 330) angeführten Gipszwillinge nach (100), die annähernd mit einer Fläche senkrecht zur c-Achse aneinandergewachsen sind. Stark tafelförmige Kristalle werden mit dem Rande der Tafel zusammenwachsen; ich erinnere an die Glimmerzwillinge mit der Fläche senkrecht zu (001) aus der Zone (001):(110) als Zwillingsfläche, die auch nach dieser Fläche verwachsen sind, und an die Eisenglanzzwillinge nach der Basis, die mit einer (10$\bar{1}$0)-Fläche verwachsen. Damit soll nicht gesagt sein, daß die ganze Verwachsungsfläche der Zwillinge diese Lage beibehält. Es ist sogar wahrscheinlicher, daß die ersten Verwachsungsstellen, die nach dem Gesetz der Aufwachsung besonders große Wachstumsgeschwindigkeit besitzen, aneinander vorbeiwachsen, d. h. der eine Kristall sozusagen in den Raum des anderen hineinwächst. Bekannt ist die unregelmäßige Ausbildung der Verwachsungsfläche, die dann gewöhnlich abwechselnd aus Teilen verschiedener am Kristall vorherrschender Flächen besteht. JOHNSEN glaubt auf diese Weise sogar die Erscheinung erklären zu können, daß Kristalle mit polaren Achsen bei der Zwillingsbildung das schwerer lösliche Ende einer solchen Achse einander zukehren.

Folgender Satz von JOHNSEN scheint sich, außer Zusammenhang betrachtet, mit der oben angegebenen Ansicht VIOLA's vollständig zu decken: „Ganz allgemein scheint mir die Verwachsungsfläche von Zwillingen unmittelbar durch die Art der jeweiligen Kristallflächen der Einzelindividuen bestimmt zu werden“ (p. 339). Im Zusammenhang betrachtet, stimmt jedoch der Satz JOHNSEN's mit der hier vertretenen Ansicht, wenigstens was den formellen Teil der Frage anbelangt, im wesentlichen überein.

Ich möchte allerdings die gesetzmäßige Aufwachsung nur als ein Grund neben anderen für die Verwachsungsfläche bestimmend sein lassen. Der angeführte Satz JOHNSEN's, der sich, wenn ich JOHNSEN richtig verstanden habe, nur auf die Aufwachsung beziehen soll, läßt sich dem Wortlaute nach in der angegebenen Form trotzdem rechtfertigen, indem z. B. bei der Erklärung für die Lage der Verwachsungsfläche, die MÜGGE [2] gibt, ebenfalls die jeweils vorhandenen Kristallflächen maßgebend sind.

Diese Ausführungen, die gegenüber den ausgezeichneten Beobachtungen JOHNSEN's über die Verwachsungsfläche von Zwillingen

[1] Diese Behauptung bezieht sich auf die Verwachsungsfläche; der Gegensatz besteht also nur zu einem Teil der Behauptung VIOLA's.

[2] O. MÜGGE, Über die Zwillingsverwachsung der Kristalle. Fortschritte f. Min. 1. 1911. p. 46 ff.

nichts Neues bringen, sollten die Anwendung des Gesetzes der Aufwachsung der Kristalle auf die Zwillingsverwachsung zeigen.

Ich hoffe in weiteren Arbeiten darlegen zu können, daß das Gesetz der Aufwachsung der Kristalle auch bei der Erklärung vieler Kristallaggregationen, vor allem der parallelfaserigen Bildungen, von Bedeutung ist, daß es auf die gesetzmäßige Verwachsung verschiedenartiger Minerale, vielleicht sogar auf die Kristallstruktur, ein Licht wirft.

Ich möchte mir zum Schluß eine Bemerkung erlauben, die etwas außerhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit fällt. Es ist gewiß kein Zufall, daß unter der großen Zahl von Beispielen für die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle, die Johnsen zusammengestellt hat, kein einziger Fall für kubische Kristalle sich findet. Es ist bei der gleichen Ausbildung dieser Kristalle nach den drei Raumrichtungen von vornherein wenig wahrscheinlich, daß ein großer Unterschied in der Wachstums- bezw. Lösungsgeschwindigkeit dieser Richtungen gegenüber anderen Richtungen besteht. Dagegen ist bei Kristallen der anderen Systeme über Unterschiede in der Wachstums- bezw. Lösungsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen von vornherein nichts auszusagen, d. h. die Unterschiede können groß oder klein sein. Es scheint mir wichtig genug, die Ergebnisse, die Körbs [1] bei der Lösung verschiedenartiger Kristallflächen erhalten hat, kurz anzuführen:

Große Unterschiede in der Lösungsgeschwindigkeit ungleichartiger Flächen zeigten: Kupfervitriol tr., Weinsäure m., Gelbblutlaugensalz m.; kleine Unterschiede: Steinsalz k., Alaun k., Kalisalpeter rh., Seignettesalz rh. Die Erfahrung lehrt also, daß die niedriger symmetrischen Kristalle gegenüber den höher symmetrischen größere Unterschiede in der Lösungsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen aufweisen können. Versuche über Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen sind seltener ausgeführt worden; doch gibt uns die Natur durch die Kristallgestalt hinreichend Aufschluß: Daß unter den niedriger symmetrischen Kristallen häufig sich säulige, stenglige, nadlige oder tafelige Formen finden, ist ein Beweis für große Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen. So wird es auch erklärlich, daß das Gesetz der Aufwachsung bei niedriger symmetrischen Kristallen leichter zur Anschauung kommt.

[1] A. Körbs, Über die abweichende Lösungsgeschwindigkeit verschiedenartiger Kristallflächen in Wasser. Diss. Leipzig. 1907.

Bei der Redaktion eingegangen am 12. Mai 1920.

Mitteilungen über Mineralien und Erze von Südwestafrika, besonders solche von Tsumeb.

Von **O. Pufahl** in Berlin.

Zinkreiches Arsen-Fahlerz von Tsumeb.

Im körnigen, sehr silberarmen Bleiglanz vom Abbau III, Südost, aus 56 m Teufe fand sich ein derbes, schwärzliches Fahlerz mit auffallend grünlichem Schein in kleinen Nestern, das nur unvollkommen mechanisch von dem anhaftenden Bleiglanz befreit werden konnte. Ein Vorversuch mit dem sehr feingepulverten Erzgemisch ergab aber, daß mittels siedender gewöhnlicher (25 %iger) Salzsäure im Ventilkolben völlige Trennung ohne Angriff des Fahlerzpulvers erfolgte. Es wurden derart einige Gramm der reinen Mineralsubstanz hergestellt, gewaschen und getrocknet (Analyse I).

Dasselbe Erz fand Verfasser letzthin bei der Direktion der Otavi-Minen- und Eisenbahngesellschaft, und zwar in Gestalt von aneinandergereihten, massiven Bohrkernen ohne Gangart vor, die bei 12—18 m Bohrung zwischen der IV. und V. Sohle gewonnen waren. Diese Kerne, außen dunkelrotbraun, bestehen fast ganz aus Fahlerz, das z. T. von Kupferglanz begleitet ist (Analyse II).

Das Erz ist dunkler als das im Bleiglanz vorkommende, zeigt ebenfalls starken Metallglanz mit grünlichem Schein, Muschelbruch, ist sehr spröde und besitzt die Härte 3,5. Der Strich und die Farbe des Pulvers ist dunkelkirschrot; das spezifische Gewicht beträgt 4,61. Vor dem Lötrohr dekrepitiert es heftig bei schnellem Erhitzen; es entwickelt dann starken Arsenrauch, schmilzt und gibt nahe der Probe einen dicken, weißen Zinkbeschlag. Mit Borax läßt es sich auf der Kohle leicht zu einem Kupferkern verblasen. — Das feine Pulver wird von Königswasser leicht gelöst, jedoch unter Abscheidung von etwas Schwefel, während sich beim Einkochen mit Salpetersäure weiße antimonige Säure abscheidet. Für die Analyse empfiehlt sich der Chloraufschluß.

Analysen:	I. (Aus Bleiglanz)	II. (Bohrkern)
S	22,65	23,35
As	19,65	17,94
Sb	4,03	4,66
Cu	43.19	43,60
Zn	9.27	9.24
Pb	0,08	0,22
Fe	0.17	0,03
Ag	nicht best.	0.11
Au	nicht best.	0.01
SiO_2	0,81	0.97
	99,85	100,13

Bi, Hg, Ni, Co, V und Mo sind nicht in dem Erz enthalten.

Die dokimastische Bestimmung des Edelmetallgehalts ergab einen Silbergehalt von 1,11 kg, außerdem 125 g (!) Gold in der Tonne (1000 kg).

Nach seiner Zusammensetzung steht das Fahlerz dem von Plattner (Pogg. Ann. 1846. 67. 422) beschriebenen von Freiberg nahe, dessen Analyse in Hintze, Handbuch der Mineralogie, Bd. I, 1. Abteilung, unter No. XXXVIII auf p. 1115 aufgeführt ist.

Mimetesit von Tsumeb.

Unter den sekundären Mineralbildungen im Erzkörper ist anscheinend der Mimetesit ziemlich häufig, allerdings seltener frisch als in der Umbildung zu hellgrünem und gelblichgrünem Bayldonit begriffen.

Die gewöhnlich auf derbem Mimetesit aufgewachsenen, bis über 30 mm langen und bis 15 mm dicken Kristalle sind meistens reine Prismen, die häufig Andeutung, selten volle Ausbildung der Pyramidenflächen besitzen. Sie treten fast farblos auf, auch lichtgrau, mit gelblichem Schein, durchscheinend bis vollkommen milchig und undurchsichtig. Vielfach besitzen sie einen blaßgrünen kupferhaltigen Überzug, der nur lose anhaftet; häufiger noch sind namentlich die dünnen, langen (bis 10 cm) Kristalle ganz in Bayldonit (?) umgewandelt, oder besitzen noch einen Kern des unzersetzten Minerals. Beim Transport von einer schönen Stufe abgebrochene Kristalle von ca. 10 mm Länge und 2—3 mm Dicke wurden von dem kupferhaltigen Anfluge durch Abschaben befreit, zunächst zur Bestimmung des spezifischen Gewichts (gefunden zu 6,98) und darauf zur Analyse verwendet.

Für die Chlorbestimmung wurde 1 g des feingepulverten Minerals in der Achatschale mit 15 ccm schwacher Salpetersäure verrieben, wobei sofort völlige Lösung eintrat; die Arsenbestimmung erfolgte durch Abdestillieren des $AsCl^3$ aus der mit $FeCl^2$ und rauchender Salzsäure versetzten salzsauren Lösung von 1 g Substanz und Wägung als As^2S^3.

Gefunden wurde

PbO	67,31	
As^2O^5	23,12	
$PbCl^2$	9,33	(2,38 Cl)
CuO	Spur	
	99,76	

Die Formel verlangt 90,7 % Bleiarsenat und 9,3 % Bleichlorid. Phosphorsäure ist im Mimetesit nicht einmal in Spuren enthalten; Verfasser hat bisher auch an keiner der vielen hundert daraufhin durchsuchten Stufen von Tsumeb Pyromorphit aufgefunden.

Mottramit von Tsumeb.

Dieses, wohl zuerst von MAUCHER in den nach Freiberg (Muldenhütten) gelangten Erzsendungen erkannte, vanadinreiche Mineral ist ein wertvoller Rohstoff für die Gewinnung von Ferrovanadin, Vanadinstahl und V-Präparaten geworden, ebenso der den Mottramit begleitende Cuprodescloizit.

Verfasser hatte 1910 zunächst nur mit feingepulverten Durchschnittsproben von größeren, zur Verarbeitung nach Deutschland gekommenen Sendungen zu tun, in denen der Vanadingehalt genau zu bestimmen war, später ermöglichte es ihm die Freundlichkeit des Direktors der Otavi-Minen- und Eisenbahngesellschaft, des Bergrat DUFT, mineralogisch interessante Stufen aus mehreren Posten aussuchen zu dürfen.

Nach dem Abwaschen der fast alle Stufen bekleidenden Schicht von eisenschüssigem Ton fand sich sehr häufig noch ein festhaftender, rotbrauner, beziehentlich schwarzer (manganhaltiger) Hauch vor, manchmal auch eine derbe Kalkspatschicht.

Da, wie es scheint, bisher keine Analysen des Mottramit von Tsumeb veröffentlicht worden sind, teilt Verfasser nachstehend zwei solcher Analysen von ausgesucht reinem Material mit, welche prozentual am meisten voneinander abweichen.

Analysen:	1.	2.	3.	4.
PbO	54,70	53,33	54,31	54,19
CuO	18,75	19,50	19,24	19,33
ZnO	0,19	0,16	0,18	—
MnO	Spur	Spur	—	—
V^2O^5	21,05	19,20	20,23	22,11
As^2O^5	1,25	3,04	2,16	—
H^2O	3,86	3,84	3,88	4,37
H^2O (hygr.)	0,07	0,08	—	—
SiO^2	0,28	0,70	—	—
	100,15	99,85	100,00	100,00
Spez. Gewicht	5,93	5,90		

1. Bis 40 mm dicke Knollen ohne erkennbare Einschlüsse, die von der bedeckenden, starken Calcitschicht mittels verdünnter Salzsäure befreit wurden.
2. Kleintraubige Stufe ohne Gangart und frei von Einschlüssen; der tonige Überzug konnte mechanisch vollständig entfernt werden.
3. Mittelwert von 1 und 2, nach Abzug des hygr. Wassers und der Kieselsäure.
4. Theoretischer Wert nach der Formel $4(Cu, Pb)O . V_2O_5 + 2H_2O$, unter Annahme äquivalenter Mengen Cu und Pb.

Berechnet man für 3 die Molekularprozente und zählt ZnO zu CuO, As_2O_5 zu V_2O_5, so ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung mit 4, bis auf den niedrigeren Wassergehalt. —

Die große Mehrzahl der immer derben Stufen ist dicht und enthält größere und kleine Bruchstücke von verkieseltem Dolomit, der Gangart, eingebettet. Es wurden im Haufwerk reine, derbe Massen im Gewicht von über 10 kg festgestellt. Zellige Stufen und solche von gestreifter Struktur (ähnlich dem Bleischweif) wurden häufig beobachtet. Nicht selten tritt ein dünner und festhaftender, kanariengelber Überzug auf, der PbO und V^2O^5 enthält, während der weniger häufig auftretende stumpf-schwarze Überzug aus Manganoxyden in Mischung (oder Verbindung?) mit Bleioxyd besteht. An manchen Stufen beobachtete kleine Kristalle, Pyramidenspitzen, erwiesen sich in allen Fällen als aus Cuprodescloizit bestehend, der sich chemisch besonders durch den viel höheren, bis 4 % betragenden Gehalt an ZnO vom Mottramit unterscheidet.

Der reine Mottramit ist dicht bis sehr feinkörnig und zeigt muscheligen Bruch von schwärzlicholivgrüner Farbe; der Strich ist hellgelb, ebenso auch das feine Pulver. Die Härte ist 3. Im Glasröhrchen gibt Mottramit Wasser und schmilzt bei stärkerem Erhitzen zu einer glasigen, schwarzen Masse. Auf dem Platinblech (oder Porzellantiegeldeckel) mit $KHSO_4$ erhitzt, gibt er eine rotbraune Schmelze, die sich bei der Behandlung mit heißer, verdünnter H_2SO_4 größtenteils auflöst und in der Lösung nach Zusatz von H_2O_2 starke V-Reaktion, tief rotbraune Färbung, aufweist. In keinem Falle konnte, bei zahlreichen Prüfungen darauf, Cl oder P_2O_5 nachgewiesen werden.

Vor dem Lötrohr schmilzt Mottramit leicht, gibt starken Bleibeschlag und unter Aufschäumen bei weiterem Blasen (ohne Zusatz von Soda) ein lichtbleigraues Metallkorn, das mit der oxydierenden Flamme in wenigen Minuten zum reinen Kupferkorn verblasen werden kann.

Das feingepulverte Mineral löst sich in heißer, verdünnter HNO_3 leicht zu einer grünlichen Lösung, ebenso leicht, aber unter starker Cl-Entwicklung und dunkelgrüner Färbung in heißer, schwacher Salzsäure; bei der Abkühlung der Lösungen scheiden sich Bleinitrat bezw. Chlorid in reichlicher Menge ab. —

Vereinzelt fanden sich in reinen Mottramitstufen langgestreckte Azuritkristalle, seltener strahliger Malachit. Die nicht häufigen, traubigen und nierenförmigen Mottramitgebilde kommen auch mit einer, mehrere Millimeter starken Überlagerung von Malachit vor; Vanadinit wurde nicht im Mottramit angetroffen, wohl aber, ganz vereinzelt, im Cuprodescloizit.

Analytisches. Man löst etwa 3 g der feingeriebenen Substanz in der Porzellanschale in heißer, verdünnter HNO_3, versetzt die Lösung mit 10 ccm H_2SO_4, dampft ab, erhitzt bis zum beginnenden Fortrauchen von H_2SO_4, läßt abkühlen, nimmt mit 150 ccm Wasser auf und filtriert tags darauf von dem rein weißen und ganz vanadinfreien $PbSO_4$ ab, das

sich auch ohne Zusatz von Alkohol quantitativ abgeschieden hat. Das mit schwefelsaurem Wasser (1 : 50) ausgewaschene Bleisulfat hinterläßt bei der Behandlung mit heißer Ammoniumacetatlösung die Gangkieselsäure, von der abfiltriert wird, während man aus der Lösung das Blei mittels H_2SO_4 im Überschuß als reines Sulfat fällt und schließlich als solches wägt, oder in einem Teil der Lösung nach der Molybdatmethode von ALEXANDER titriert. Im ersten Filtrat vom $PbSO_4$ wird durch mehrere Zusätze von wäßriger SO_2 und Kochen (im Stehkolben) die Arsensäure reduziert, und darauf Cu und As durch längeres Einleiten von H_2S, Erhitzen und erneutes Einleiten quantitativ gefällt. Man trennt die Sulfide mittels Na_2S-Lösung, behandelt das CuS mit HNO_3, und fällt das Cu elektrolytisch. Das Filtrat vom Gemisch der Sulfide wird auf etwa 300 ccm eingeengt, nach der Abkühlung mit Ammoniak fast neutralisiert, und das Zink mittels H_2S (nach der Methode SCHNEIDER-FINKENER) quantitativ als ZnS gefällt. Man wägt es schließlich als solches, oder führt es durch Rösten in hoher Temperatur (nach SCHNEIDER) in reines ZnO über. Das Vanadin (als V_2O_5) bestimmt man im Filtrat vom ZnS-Niederschlage durch Titration. Das ganze Filtrat wird in einem 2—3 l fassenden Stehkolben, der mit einem vor der Lampe geblasenen Trichter bedeckt ist, zum Austreiben des H_2S 20 Minuten flott gekocht und kurz darauf mittels auf Eisen gestellter Permanganatlösung bis zur bleibenden Rosafärbung titriert, wobei das V_2O_4 (im Vanadylsulfat) zu V_2O_5 oxydiert wird. Da H_2S schwer vollständig ausgekocht wird, und daher das Resultat gewöhnlich etwas zu hoch ausfällt, empfiehlt es sich, die eben titrierte Lösung mit 30—40 ccm frisch bereiteter, wäßriger SO_2 zu versetzen, den Überschuß an SO_2 durch 20 Minuten fortgesetztes Kochen auszutreiben und wieder zu titrieren, was zur Kontrolle wiederholt wird. Der Eisentiter der Permanganatlösung $\times$ 1,632 gibt den V_2O_5-Titer.

Enthält das Mineral (als Verunreinigung) Eisen, so wird die alles V als V_2O_5 enthaltende Lösung aus dem Kolben in eine Porzellanschale gebracht, auf 2—300 ccm eingeengt, und das V in der abgekühlten Lösung mittels einer frisch bereiteten, auf Permanganat gestellten Ferrosulfat-Lösung nach dem Verfahren von LINDEMANN titriert. Man berechnet die der hierbei verbrauchten Menge von $FeSO_4$-Lösung entsprechende Anzahl Kubikzentimeter von Permanganatlösung; die Differenz gegenüber dem Permanganatverbrauch bei der heißen Titration (von V_2O_4 und FeO) ergibt aus dem Eisentiter den Eisengehalt der Substanz.

Zur Arsen (As_2O_5)-Bestimmung werden 1—2 g Substanz im etwa 300 ccm fassenden Stehkolben in 30—40 ccm gewöhnlicher, reiner Salzsäure heiß gelöst, 50 g Eisenchlorür und 75—100 ccm reine, rauchende Salzsäure zugesetzt, das Arsen als $AsCl_3$ überdestilliert (Entenschnabelaufsatz, anschließend eine 100 ccm-Pipette, deren Spitze während der Destillation eben in das vorgelegte Wasser eintaucht) und im Destillat entweder durch H_2S als reines As_2S_3 gefällt, (das man auf gewogenem, getrocknetem Filter sammelt und nach dem Trocknen als solches wägt) oder im neutralisierten Destillat mittels gestellter Jodlösung titriert.

Den Gesamtwassergehalt bestimmt man durch starkes Erhitzen (bis zur beginnenden Rotglut!) der Substanz im Strome trockener Luft, und Auffangen des Wasserdampfes im gewogenen $CaCl_2$-Rohr: aus dem Gewichtsverluste beim Glühen oder Schmelzen des Mottramits (auch Descloizit und anderer Vanadate) wird er zu hoch gefunden, wohl wegen Sauerstoffabgabe von As_2O_5 und V_2O_5.

Cuprodescloizit von Tsumeb.

In Gesellschaft des einige Kilometer westlich von Tsumeb, wohl aus geringer Teufe gewonnenen Mottramit findet sich Descloizit, stets in den charakteristischen Pyramidenspitzen (bis 3 mm groß), doch von dunkelolivgrüner bis schwärzlicher Färbung und vereinzelt auch mit dem metallisch-glänzenden, gelblichen Schein, der an den Stufen von der Prov. Córdoba, Argentinien, so häufig vorkommt. Die Gangart ist auch hier (wie beim Mottramit) verkieselter, häufig eisenschüssiger Dolomit; der rotbraune, tonige Überzug haftet z. T. sehr fest, findet sich auch in kleinen Hohlräumen und macht sich manchmal erst beim Auflösen anscheinend ganz reiner Partikel bemerkbar.

Vorversuche ergaben, daß es sich um stark kupferhaltigen und zinkarmen Descloizit, also Cuprodescloizit handelt, während normaler Descloizit nicht angetroffen wurde. Bei den ersten Vollanalysen (von durch Ton verunreinigter Substanz) konnte der in der reinen Mineralsubstanz befindliche Wassergehalt nicht festgestellt werden. Schließlich fand sich eine ganz reine Kristallstufe vor, deren Analyse hier mitgeteilt wird:

	1.	2.	3.
PbO	54.90	54,89	55,40
CuO	16,27	16,27	19,76 (CuO + ZnO)
ZnO	3,51	3,51	
Fe^2O^3 u. MnO	Spuren	—	—
V_2O_5	21,69	21,68	22,60 (V_2O_5 + As_2O_5)
As_2O_5	1,36	1,36	
H_2O	2,29	2,29	2,24
H_2O (hygrosk.)	0,04	—	—
SiO_2	0,07	—	—
	100,13	100,00	100,00

1. Innig verwachsene, kleine Kristalle, dunkelolivgrün mit bräunlichem Schein.
2. Auf 100 berechnet, unter Abzug von SiO_2 und hygroskop. Wasser.
3. Entsprechend der Formel $4(Cu, Pb)O \cdot V_2O_5 \cdot H_2O$, unter Annahme äquivalenter Mengen Cu und Pb.

Die Molekularzahlen für PbO und ($CuO + ZnO$) stehen im Verhältnis 1 : 1. — Cl und P_2O_5 wurden in keiner der zahlreichen,

darauf untersuchten Stufen nachgewiesen. Das spezifische Gewicht wurde zu 6,19 ermittelt, die Härte ist 3.

Gegen Säuren, schmelzendes $KHSO_4$ und vor dem Lötrohr verhält sich Cuprodescloizit genau wie Mottramit.

An einigen Stufen angetroffene, hellgelbgrüne und kristallinische Krusten besitzen vermutlich einen höheren Zn- und niederen Cu-Gehalt; zur Analyse ausreichendes Material hiervon konnte bisher nicht erhalten werden.

Ein neues Blei-Kupfer-Arsenat von Tsumeb.

Unter den Stufen, welche der Bergingenieur Zeleny[1] dem Verfasser 1911 von seiner Reise durch die Kolonie mitbrachte, befanden sich einige mit sehr gut ausgebildeten, z. T. auch zertrümmert gewesenen, großen Azuritkristallen, begleitet von einem hellolivgrünen (graugrünlichen) Mineral, das größtenteils von einer gelblichen Schicht einer dem Bauxit ähnlichen Masse bedeckt war und zunächst nicht weiter beachtet wurde. Bei neuerer Beschäftigung mit diesen Stufen stellte sich heraus, daß die Überkleidung abgewaschen werden konnte. Das freigelegte Mineral besteht aus Kristallaggregaten und aufgewachsenen Kristallen von 1—2 mm Größe, die durchweg gekrümmt sind, rauhe Flächen besitzen und den des Olivenit sehr ähnliche Formen zeigen. Meßbare Kristalle wurden bisher nicht aufgefunden, doch hofft Verfasser solche in den von Tsumeb erwarteten Stufen anzutreffen.

Das Material für die Analyse konnte von den eingewachsenen Azuritnadeln durch Auslesen vollkommen befreit werden.

	1.	2.	3.
PbO	50,10	50,46	50.37
CuO	19,32	19.46	
ZnO	0,46	0,46	20.92
CaO	0,75	0,75	
As_2O_5	26,01	26.20	26.00
H_2O	2,65	2,67	2,71
H_2O (hygrosk.)	0,08	—	—
SiO^2	0.44	—	—
	99,81	100,00	100,00

1. Analyse des reinsten Materials. aus Kristallaggregaten bestehend.
2. Resultate von 1, ohne Berücksichtigung von hygroskopischem Wasser und SiO_2 auf 100 umgerechnet.
3. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel $2Pb_3(AsO_4)_2 \cdot Cu_3(AsO_4)_2 \cdot 4Cu(OH)_2$, die sich zwanglos aus der Berechnung der Molekularzahlen ergibt.

[1] Leider schon ein Jahr darauf auf der Wolframerz-Grube „Los Condores", Estación Concarán in Argentinien jung verstorben.

Das neue Mineral besitzt das spez. Gew. 6,19, die Härte 3. Strich und Farbe des Pulvers sind blaßapfelgrün oder grünlichweiß. Auf dem Bruch, vereinzelt auch auf Kristallen zeigt es Glasglanz, während die Kristallflächen überwiegend matt und rauh, geriefelt und von etwas dunklerer Färbung sind.

Cl und P_2O_5 sind nicht nachzuweisen, Verfasser ist daher der Meinung, daß das Mineral nicht als Umwandlungsprodukt von Mimetesit anzusehen ist, zumal an keiner Stufe Reste davon zu erkennen waren. Heiße, schwache Salpetersäure und Salzsäure lösen das feine Pulver leicht auf; aus der grünlichen Lösung scheiden sich bei der Abkühlung die entsprechenden Bleisalze ab.

Vor dem Lötrohr auf der Kohle dekrepitiert das Mineral heftig bei schnellem Erhitzen, wird schwarz, gibt starken Arsengeruch, schmilzt unter Aufschäumen und scheidet ein graues Metallkorn ab, das sich leicht zu einem Kupferkorn verblasen läßt, während auf der Kohle ein starker, weißer Beschlag von Bleiarsenat entsteht. —

Verfasser bringt den Namen „Duftit" für das neue Mineral in Vorschlag, und zwar zu Ehren des langjährigen Vorstehers der deutschen Bergbehörde in Südwestafrika, jetzigen Direktors der Otavi-Minen- und Eisenbahngesellschaft, des Bergrats G. Duft, der von Anbeginn seiner Tätigkeit bis in die neueste Zeit die wissenschaftliche Durchforschung des Grubenbesitzes seiner Gesellschaft ermöglicht und gefördert hat.

(Wird fortgesetzt.)

Berlin, den 27. Mai 1920.

Techn. Hochschule Berlin, Probierlaboratorium der Abteilung für Bergbau.

Über die systematische Stellung von *Dentellocaracolus* Oppenh. und die tiergeographischen Beziehungen der landbewohnenden Schnecken im europäischen Tertiär.

Von **Paul Oppenheim.**

In Band I der „Senckenbergiana" brachte Herr W. Wenz, bekannt durch zahlreiche Arbeiten auf dem Gebiete der rezenten und fossilen Land- und Süßwassermollusken, vor kurzem eine Mitteilung, die sich mit der systematischen Stellung der von mir 1890 für die *Helix damnata* Brong. und ihre Verwandten aus dem Vicentiner Tertiär aufgestellten Untergattung *Dentellocaracolus* beschäftigt[1]. Wenz gelangte hier zu dem Schlusse, daß das Subgenus

[1] Über die systematische Stellung von *Dentellocaracolus* und *Prothelidomus*. Senckenbergiana. 1. No. 1. Frankfurt a. M. 15. April 1919. p. 17—21.

zwar aufrecht zu erhalten, aber an die heute auf die Mittelmeerländer beschränkte Gattung *Leucochroa* Beck anzuschließen sei [1]. Für *Leucochroa* typisch seien die abgeflachten oberen Umgänge, das Fehlen einer vertieften Naht, die im Gegenteil dadurch aufgewölbt erscheine, daß sich die Kiele der benachbarten Windungen gegeneinander preßten. Auffallend, bei der *D. damnata* wie bei den rezenten Leucochroen zu beobachten, sei „der erhabene, stumpfe Kiel auf dem sonst völlig runden Umgange". Am Gewinde der *H. damnata* beobachte man gelegentlich Deformationen, welche nicht nur auf den Gebirgsdruck zurückzuführen wären, und derartige Deformationen seien eine nicht selten zu beobachtende Eigentümlichkeit der Leucochroen. Auch die auf blasige Auftreibungen zurückzuführende, chagrinartige Skulptur der fossilen Type fände sich bei gewissen Leucochroen, wenngleich sie hier etwas feiner wäre und auf der Unterseite noch mehr zurücktrete. Was die von mir hervorgehobenen Verschiedenheiten zwischen beiden Formen anlangt, so sei allerdings die Schiefe der Mündungsebene bei *H. damnata* größer als bei den meisten Leucochroen. Doch kämen manche Formen von *L. candidissima* und von *L. Pallaryi* Deb. nahe heran. Der bei *H. damnata* die Mündungsränder verbindende Callus sei allerdings bei den meisten Leucochroen nicht oder nur sehr schwach entwickelt. Immerhin sei er bei manchen *L. candidissima* und besonders *L. baetica* Rssm. doch recht deutlich. Die innere Zahnleiste schließlich, auf deren Vorhandensein ich besonderen Wert gelegt hatte und in deren Vorhandensein ich besondere Berührungspunkte mit den westindischen Dentellarien erblicken wollte, schien bei Leucochroen in dieser Form zu fehlen, die Mündung werde hier zwar bei dem Subgenus *Sphincterella* verengt, aber in anderer Weise durch Verdickung der Mundränder und Einschnürung. Schließlich, fährt der Verfasser fort, könnten wir ja auch nicht eine völlige Übereinstimmung der fossilen eocänen mit den lebenden Formen erwarten.

Der gewiß bemerkenswerten Ähnlichkeiten, welche zwischen der *H. damnata* Brongn. bezw. dem Subgenus *Dentellocaracolus* und den rezenten Leucochroen bestehen und welche bereits Cantraine aufgefallen waren, wurde in meinem zweiten Aufsatze 1895 sehr eingehend gedacht [2]. Mir scheint nicht, daß die schon damals aufgefundenen Unterschiede von Wenz jetzt entkräftet wurden, wie dies schon aus dem Satze hervorgeht, daß man ja auch nicht eine völlige Übereinstimmung der fossilen eocänen mit den lebenden Formen erwarten dürfe, wie aus dem Umstande, daß das von mir

---

[1] J. Ch. Albers, Die Heliceen nach natürlicher Verwandtschaft systematisch geordnet. II. Ausgabe von Eduard v. Martens. Leipzig 1860. p. 78.

[2] Z. d. D. G. G. 1895. p. 89—91.

aufgestellte Subgenus ohne weiteres beibehalten wird. Bei einem derartigen Befunde hätten die von mir betonten Verwandtschaftsbeziehungen zu *Dentellaria*, für welche sich auch O. Boettger wiederholt einsetzte, doch wohl etwas eingehender diskutiert werden dürfen, was aber leider überhaupt nicht geschieht. Denn die Bemerkung, Pilsbry hätte diese Beziehungen bestritten, aber die Frage der wahren systematischen Stellung vollkommen offen gelassen, kann natürlich nicht als Beweis gelten. O. Boettger schrieb darüber seinerzeit[1]: „Vor mir liegt ein prachtvoll erhaltenes Stück von *Helix damnata* Al. Brongn. aus dem Eocän von Ronca. Die im Innern weit zurücktretende, aber senkrecht in die Höhe steigende, volle 5½ mm Höhe erreichende, schneidende Basallippe hat neben der Mündungsform, Skulptur und Kielung der Schale so evidente Ähnlichkeit mit den analogen Bildungen bei *Dentellaria* und *Thelidomus*, und ist andererseits so grundverschieden von allen Lippenbildungen usw. bei europäischen lebenden Heliceen, daß Pilsbry's Urteil, die fossile Art falle etwa in die Verwandtschaft von *Macularia*, *Leptaxis* und *Hemicycla* einfach komisch erscheint. Sandberger und Oppenheim vergleichen sie mit Tropenformen, jener nach Habitus und Mündung mit den malayischen *Obba*-Arten, dieser mit den westindischen Gattungen *Caracolus*, *Dentellaria* und *Thelidomus*. Auf Grund eingehender Vergleiche muß ich Oppenheim recht geben und es auch billigen, daß er für die Arten aus der Verwandtschaft der *Helix damnata* eine eigene Untergattung geschaffen hat, die nur mit westindischen *Helix*-Gruppen in Beziehung zu bringen ist." Mit solcher Bestimmtheit vorgetragene Ansichten eines so hervorragenden und durch das Lebenswerk seiner Sammlung von so wertvollem Vergleichsmaterial umgebenen Forschers, wie es O. Boettger war, lassen sich doch nicht durch ein einfaches Edikt aus der Welt schaffen und waren gewiß einer eingehenderen Widerlegung wert. Ebenso habe ich selbst a. a. O. an die eigenartigen und in vielen Punkten an das Subgenus *Dentellocaracolus* erinnernden Heliciden aus dem algerischen Miocän erinnert, wie deren H. Crosse zuerst beschrieben hat[2]. Auch Crosse hat diese Formen zuerst an die westindischen Dentellarien angeschlossen, während später andere Forscher, wie Thomas, in ihnen Leucochroencharaktere erkennen wollten. Ich habe damals (a. a. O. p. 91) die Erörterung über die Verwandtschaftsbeziehungen von *Dentellocaracolus* folgendermaßen beschlossen: „Wir sehen also, daß für die lebenden und jungtertiären Heliciden dieses Typus es ziemlich schwer fällt, sie insbesondere zwischen *Dentellaria* und *Leucochroa* zu verteilen. Es läßt sich hier die Frage aufwerfen, ob diese Ähnlichkeiten in der Schale rein äußerliche Anpassungserscheinungen darstellen oder ob

[1] H. A. Pilsbry und die Verwandtschaftsbeziehungen der Helices im Tertiär Europas. Nachrichtsbl. d. Deutsch. Malakozool. Ges. 1894. p. 110.

[2] Journ. de Conchyliologie. 1862. p. 169.

vielleicht eine innere Verwandtschaft vorliegt. Auffallend ist hier jedenfalls, daß eine Form wie die *H. Lychnuchus* Müll., welche früher als zweifellos verwandt mit den das gleiche Vaterland mit ihr bewohnenden Dentellarien angesehen wurde, auf Grund ihrer anatomischen Verhältnisse, insbesondere ihres Geschlechtsapparates, dann in die Nähe der Leucochroen und Zoniten gestellt werden mußte.“ Mir scheint, eine wirklich fruchtbringende, den Zufälligkeiten und Willkürlichkeiten persönlicher Anschauungen entrückte Diskussion hätte hier einsetzen müssen und stelle fest, daß dies nicht geschehen ist.

Daß dem so ist, hat zweifellos seine guten Gründe, und diese sind es, welche mich auf den Plan gerufen und mir die Feder in die Hand gedrückt haben. Denn die Frage, ob für das Subgenus *Dentellocaracolus* mehr oder weniger Beziehungen zu *Leucochroa* vorhanden wären, hätte mich um so weniger veranlassen können, dem Gegenstande meine Zeit zu widmen, als derartige Argumente mir ja, wie sich in der zitierten Arbeit nachlesen läßt und ich oben ausführlicher wiedergegeben habe, ursprünglich durchaus nicht fern lagen. Herr Wenz spricht nun selbst einleitend diese Momente für seine Stellungnahme ziemlich deutlich aus. Er spricht von der starken Vernachlässigung der Systematik der Land- und Süßwassermollusken im letzten Jahrzehnt. Die Gründe dafür habe er an anderer Stelle beleuchtet, „es sei vor allem die von Sandberger und O. Boettger vertretene Theorie, daß die tertiären europäischen Land- und Süßwassermollusken weit näher mit den heutigen tropischen und subtropischen Formen verwandt sein sollten als mit den im Gebiete lebenden, die lange Zeit hemmend gewirkt habe.“ Ich habe mich vergeblich bemüht, den zwingenden logischen Zusammenhang zwischen beiden Sätzen zu ermitteln. Weshalb soll eine Theorie, welche behauptet, die Binnenmollusken des Tertiärs haben tropische Verwandtschaftsbeziehungen, wie die mit ihnen vergesellschafteten Wirbeltiere und wie im übrigen die marine Fauna des gleichen Zeitabschnittes, zumal in seinen älteren Phasen, zu einer starken Vernachlässigung der Systematik geführt haben? Ich kann hier keinen inneren Zusammenhang erkennen. Der Grund für diese unbedenklich zuzugebende Vernachlässigung ist ein weit natürlicherer und ist inniger verbunden mit den Wechselfällen unseres eigenen menschlichen Daseins. Fridolin Sandberger und Oskar Boettger sind dahingegangen, Andreae ist ihnen gefolgt, und der Kreis derer, die ihnen folgen sollten, hat sich, wie der Schreiber dieser Zeilen, allmählich anderen Problemen zugewendet. Auf die ersten, übrigens durch Gründe kaum gestützte Ablehnung der Sandberger-Boettger'schen Theorie durch Pilsbry[1]

---

[1] Preliminary outline of a new classification of the Helices. Proceed. nat. soc. of Philadelphia. 1892. p. 393.

hat Boettger[1] seinerzeit geantwortet, ohne daß dann die geringste Erwiderung seitens des amerikanischen Forschers erfolgt wäre. Das gleiche ist Wenz und C. R. Boettger gegenüber geschehen. Darüber ist O. Boettger dann hinweggestorben und, wie es immer zu sein pflegt: Nur die Lebenden haben Recht. Das Interesse weiterer Kreise an dem Problem erlahmte[2], und die späteren Publikationen von Herrn Wenz selbst, in welchen mit bemerkenswerter Einseitigkeit der Grundsatz verfochten wurde, die Verwandtschaftsbeziehungen der tertiären Landschnecken seien rein bodenständige und hätten mit den Tropen nichts zu tun, sind aus diesem Grunde im wesentlichen Monologe geblieben. Ich glaube daher kaum, daß die Theorie der tropischen Zusammenhänge „heute wohl als überwunden gelten kann", sie wird sich stets wieder von neuem erheben, sobald der Kreis der auf diesem Gebiete tätigen Forscher ein größerer sein wird und unter kritischer Benutzung der vor ihm geleisteten Geistesarbeit seine selbständigen Wege suchen wird. Diesem Resultate aber vorzuarbeiten und ein fruchtbares Gebiet vielseitiger Anregung nicht ganz ohne Widerspruch einer einseitigen Auslegung und Arbeitsmethode zu überlassen, ist der Zweck dieser Zeilen.

Theorien kommen und gehen. So lehrt jede Betrachtung der Wissenschaft, das kann jedes zeitlich etwas ausgedehntere Gelehrtenleben aus eigener Erfahrung bestätigen. Sie sind niemals tot, niemals endgültig überwunden, sondern stets nur scheintot und gar leicht wieder zu neuem Leben zu erwecken. Wer hätte in den Zeiten sieghaften Darwinismus von Lebenskraft und den Gesetzen immanenter Entwicklung sprechen dürfen? Und wie vieles gehört von dem, was Steinmann und seine Schule in neuerer Zeit an paläontologischen Gesichtspunkten vertreten haben, Theorien grauester Vergangenheit an. Wer hätte z. B. früher geglaubt, daß es möglich sein würde, wiederum in den Korallen des Paläozoicums die nur wenig veränderten Blutsverwandten rezenter Sippen zu erkennen. Ganz analog, scheint mir, liegt die Frage der Verwandtschaftsbeziehungen unserer tertiären Landschnecken!

[1] H. A. Pilsbry und die Verwandtschaftsbeziehungen der Helices im Tertiär Europas. Nachrichtsbl. d. Deutsch. Malakozool. Ges. 1894. p. 108—112. — O. Boettger. Noch einmal „Die Verwandtschaftsbeziehungen der *Helix*-Arten aus dem Tertiär Europas". Nachrichtsbl. d. Deutsch. Malakozool. Ges. 1909. p. 97—118.

[2] Als eine sehr bemerkenswerte, wenigstens in der Methodik im Sinne der älteren Anschauungen geführte, wenn auch von ihnen im einzelnen abweichende Ausnahme möchte ich hier der schönen, erst 1911 veröffentlichten Untersuchungen Stefan v. Gaal's über die Sarmatische Gastropodenfauna von Rákosd im Komitat Hunyad gedenken. (Mitteil. aus dem Jahrb. der kgl. Ungar. Geol. Reichsanst. **18**, 1. p. 1—111.)

Die ersten Gelehrten, die sich mit diesen Formen beschäftigten, haben naturgemäß schon aus Mangel an Vergleichsmaterial zuerst den bodenständigen Gesichtspunkt gewahrt und an innige Beziehungen gedacht zu Formen, welche heute noch an Ort und Stelle leben. Dann kam SANDBERGER und wies in sehr mühevoller Kleinarbeit nach, daß dem nicht so sei, daß die Verwandten der meisten dieser Formen heute leben in den Tropen in Ost und West, in den Landmassen am Indus und Ganges, wie auf dem westindischen Inselbogen, in Brasilien wie in Afrika. Manche dieser Schlüsse lagen äußerst nah und waren eindeutig, bei anderen mochten mehrfache Beziehungen möglich sein. Es gab vielleicht auch Fälle, in denen die durch SANDBERGER gegebene Erklärung als eine gesuchte empfunden wurde und wo der Kritik weiterer Spielraum gelassen war. Im großen und ganzen bildete sich hier aber auf durchaus analytischer Grundlage, vom Einzelnen und Besonderen zum Allgemeinen und Gesetzmäßigen aufsteigend, eine Theorie aus, welche den Vorteil besaß, die Tatsachen in einwandsfreier Weise zu erklären und sie bruchlos zu vereinigen mit dem auf anderen Gebieten unserer Wissenschaft Gewonnenen. Es schien im höchsten Maße unwahrscheinlich, daß Landschnecken auf Inseln, an deren Strande ein tropisches Meer brandete, erfüllt von Mollusken, wie wir sie heute an tropischen Küsten finden, von Korallen, die zu ihrem Wachstum eine ganz bestimmte hohe Quantität Wärme erfordern, auf einem Gebiet, das also kein Eis und keinen Winter gekannt haben kann, das von Wirbeltieren bewohnt war und verwandt mit denjenigen, welche wir heute in den Tropen finden, daß derartige Landschnecken also unverändert ihre Entwicklung bis zu der so ganz anderen Gegenwart heraufgeführt haben sollten.

Trotz aller dieser hier nur kurz zitierten Gegengründe hat man also auch hier wieder die alte, wie man glauben mußte, längst überwundene Theorie aufgenommen und erklärt: Die tropischen Beziehungen bestehen nicht, die Formen sind ausschließlich verwandt mit den auch heute noch im Gebiete lebenden. WENZ hat hinsichtlich der Begründung dieser von ihm von neuem wieder betonten These auf ein Werk verwiesen, welches er in Zusammenarbeit mit K. FISCHER „Über die Fauna der Landschneckenkalke im Mainzer Becken“ seinerzeit herausgegeben hat[1]. Es mag hier sogleich auf einen Einwurf hingewiesen werden: Alles was WENZ an der herangezogenen Stelle von der Landschneckenfauna des Mainzer Beckens behauptet, in erster Linie ihr europäischer Charakter, könnte richtig sein und brauchte darum doch nicht für die Sedimente zuzutreffen, denen die Gattung, die den Ausgangspunkt unserer Erwägung bildete, *Dentellocaracolus,* entstammt. Es

[1] Jahrb. d. Nassau. Ver. f. Naturk. in Wiesbaden. 68. 1914. p. 135 ff.

besteht auch hier ein niemals zu leugnender Unterschied zwischen den verschiedenen Tertiärperioden, und die Oligocänfauna des Mainzer Beckens ist auch hinsichtlich ihrer tiergeographischen und meteorologischen Verhältnisse sicher nicht identisch mit derjenigen des norditalienischen Eocäns. Liegen nun doch in dem einen Falle Riffkorallen und eine Fauna von marinen Mollusken vor, die ihre Analoga heute nur im tropischen indischen Ozean findet, im anderen fehlen die Riffe, und die Fauna hat dort eine schon leichte nordische Beimischung. Es handelt sich also hier um ganz verschiedene Dinge. WENZ gibt nun hier an der von ihm selbst angezogenen Stelle in seiner Besprechung der Landschneckenkalke des Mainzer Beckens und ihrer Fauna (a. a. O. p. 140) eine Zusammenstellung des Formeninhaltes dieser Bildungen im Hinblick auf seine tiergeographischen Verhältnisse. Er betont dabei ausdrücklich, daß man ihm nicht „den Vorwurf machen könne, dabei in den anderen Fehler verfallen zu sein, d. h. um jeden Preis versucht zu haben, alle diese Formen in europäische Formenkreise zu zwängen". Der kritische Leser wird diesen Satz kaum zu unterschreiben vermögen. Ich werde im folgenden für diese meine Behauptung einige Beispiele geben und dabei die Betrachtung der eigentlichen Heliciden kaum heranziehen, da einmal hier die Beobachtungen von SANDBERGER und O. BOETTGER bereits vorliegen und dann dieses Gebiet vielleicht etwas vieldeutiger und schwieriger ist.

WENZ beginnt ungefähr mit der Familie Oleacinidae (a. a. O. p. 37), den Gattungen *Glandina* und *Oleacina*, deren „Hauptverbreitungsgebiet heute Mittelamerika und die westindischen Inseln seien, wo sie sich auf eine Reihe von z. T. recht formenreichen Gattungen verteilen". In Europa komme heute nur das einzige Genus *Poiretia* vor mit der Art *P. algira* L. Die Schale von *Poiretia* böte keine Unterscheidungsmerkmale zu derjenigen von *Euglandina*, aber die Anatomie beider Formen sei doch recht verschieden. Diese anatomischen Unterschiede, welche ich im einzelnen hier nicht weiter ausführen will — es handelt sich im wesentlichen um den Geschlechtsapparat und die Speicheldrüsen — „führten zu der Ansicht, daß schon frühzeitig eine Abtrennung und Lokalisierung der beiden Gruppen stattgefunden habe". Diesem Gedanken gäbe auch PILSBRY Ausdruck, indem er die tertiären europäischen Formen unter *Poiretia* einreihe. Es werden dann für die Arten des Mainzer Beckens zwei neue Subgenera errichtet, *Palaeoglandina* und *Pseudoleacina*, deren Unterscheidungsmerkmale ausschließlich in der Größe und in dem Verhältnis zwischen Mündung und Totalhöhe liegen, und in diese die Formen des europäischen Tertiärs und der oberen Kreide unserer Breiten verteilt. In der Tabelle auf p. 140 werden als die tiergeographischen Beziehungen aller dieser Glandinen ausschließlich die Mittelmeerländer aufgeführt. Man berücksichtige hier nun

kurz folgendes: Weil die lebende *P. algira* in ihren Weichteilen gewisse anatomische Merkmale besitzt, welche sich an den westindischen und zentralamerikanischen Formen nicht zeigen, hat man die fossilen Eormen mit ihr in innige Verbindung gebracht, ausschließlich weil sie wie *G. algira* in Europa aufgefunden werden, obgleich uns von diesen Weichteilen bei ihnen naturgemäß nichts erhalten ist, und obgleich die allein vorliegende Schale sich in nichts von derjenigen der amerikanischen Formen unterscheidet! Und dies, obgleich die Gattung heute in den Antillen, Mexiko, Louisiana, Zentralamerika und Guayana dominiert [1], und obgleich eine Autorität wie PAUL FISCHER hinsichtlich der Klassifikation der immerhin doch recht nahe verwandten Gattung *Helix* nach den Kiefer- und Geschlechtselementen folgendermaßen schreibt [2]: „C'est en combinant ces élements divers qu'on arrivera à une classification naturelle des espèces du genre *Helix*. Nous n'acceptons pas comme valable celle qui est établie uniquement d'après la forme de la mâchoire, ce caractère étant subordonné à la structure de la radule. Dans certains groupes, *Dentellaria*, par exemple, on trouve des mâchoires oxygnathes et odontognathes, avec une dentition linguale identique, des coquilles de forme très voisine et de même patrie. Dès lors la mâchoire ne fournit que des caractères d'ordre très secondaire. Quant aux organes génitaux, ils montrent chez les *Helix* toutes les variétés possibles et ne doivent pas être pris en grande considération pour la classification." Eine Methode, wie die von WENZ hier den Glandinen gegenüber gewählte, scheint denn doch auch im höchsten Maße spekulativ. Keine menschliche Hand hat die Anatomie der Weichteile dieser tertiären Glandinen freigelegt, kein menschliches Auge ihre Speicheldrüsen, ihren Penis und ihre Lippentaster betrachtet. Man bedenke zudem, welche unendlichen Zeiträume hier für die Umwandlung dieser Organe vorhanden sind, und daß diese möglicherweise erst ganz spät eingetreten sein kann. Die Schalen aber kennen wir und wissen, daß sie sich in nichts von denjenigen der amerikanischen Formen unterscheiden. Nach diesen uns allein bekannten Charakteren müssen wir uns in erster Linie richten, wenn wir uns nicht, überhaupt an der Möglichkeit einer Erkenntnis verzweifelnd, hier skeptisch zurückhalten wollen. Wenn wir überhaupt von geographischen Verwandtschaftsbeziehungen sprechen, so sind diese hier bei den Glandinen des europäischen Tertiärs einwandfrei westindische, wie dies im übrigen an anderer Stelle des Aufsatzes offen anerkannt wird (a. a. O. p. 139 unten). Die hier wie an anderen Punkten hervortretende Antipathie des Amerikaners PILSBRY gegen eine derartige Lösung kann für sie nicht ausschlaggebend sein.

---

[1] PAUL FISCHER, Manuel de Conchyliologie. p. 452.

[2] FISCHER, a. a. O. p. 470.

Ein anderes Beispiel ist die *H. Rahti* Thomae. Boettger hat diese große und schöne Form zu *Geotrochus* Hasselt gestellt, einer Gruppe, welche im wesentlichen heute auf die Inseln des Pazifischen Ozeans beschränkt ist [1]. Wenz [2] zieht sie mit Pilsbry zu einem neuen Genus *Metacampylaea* Pilsbry, welche zu den Helicigoniden gehören und, wie der Name bereits sagt, der heute im wesentlichen alpinen, bis auf Höhen von 9000 Fuß heraufsteigenden Gattung *Campylaea* Beck nahe stehen soll. Daß keine zwingenden Beweise für diese Auffassung vorliegen, geht aus dem Texte klar hervor. Wenz spricht auch nur davon, daß „ihm die systematische Stellung dieser Form bei den Campylaetinen, wohin sie Pilsbry wies, auch am meisten wahrscheinlich erschiene". Trotzdem wird auf der Tabelle neben dem Kreuz, das die ausgestorbene Gattung bedeuten soll, als Verwandtschaftsbeziehung Europa hinzugefügt. Ganz anders verfährt man mit der Cyclostomide *C. dolium* Thomae. Wenz errichtet für diese ein neues Genus *Ventriculus*, vielleicht mit Recht, ist sich aber doch wohl bewußt, daß dieses in die Nähe von *Hybocystis* gehört, also indische Beziehungen hat. Hier steht aber auf der Tabelle nur das Kreuz, und jeder Hinweis auf den tropischen Charakter dieser Form fehlt hier ebenso wie bei *Strophostoma*.

Diese Beispiele ließen sich mit Leichtigkeit noch erweitern, sie scheinen aber für den vorliegenden Zweck zu genügen. Sie beweisen, daß die von Wenz gegebene Tabelle mit Vorsicht zu benutzen ist, und daß sie nicht das beweist, was sie beweisen soll, nämlich daß „der größte Teil der Nachkommen und nächsten Verwandten der Hochheimer Mollusken die heutige Verbreitung in der paläarktischen Region (über 90 %), und zwar im östlichen Teil der borealen Provinz" besitze. Es liegt kein zureichender Grund vor, diese allen sonstigen Beobachtungen und Errungenschaften der Wissenschaft widersprechende These anzunehmen! Nach wie vor dürfen wir daran festhalten, daß auch die Hochheimer Mollusken einen hohen Prozentsatz tropischer Elemente unter sich bergen, wie die Säugetiere, die Pflanzen und die marinen Faunen der gleichen Periode. Wie sich dies im einzelnen zeigt, welche Beweismomente zumal aus dem Auftreten der drei letzteren Gruppen zu ziehen sind, darüber hat zumal O. Boettger sich des wiederholten sehr eingehend geäußert, und ich kann hier nichts Besseres tun, als auf diese oben wiederholt erwähnten, an Tatsachen so reichen Aufsätze zu verweisen. Wenz selbst geht von prinzipiell ganz verschiedenen Grundanschauungen aus, denn er schreibt a. a. O. [3]: „Während man nun bei den lebenden Arten in der

[1] Albers-Martens, p. 168.
[2] a. a. O. Hochheimer Landschneckenkalk. p. 65.
[3] Jahrb. d. Nassau. Ver. p. 136.

anatomischen Untersuchung stets ein Kriterium hat, das bei verwandtschaftlichen und bei zoogeographischen Fragen in erster Linie die Entscheidung liefern muß, sind wir bei den fossilen Formen sehr viel ungünstiger daran, da wir hier dieses Entscheidungsmittels ermangeln. Daher wird man auch stets bei dem Vergleich der fossilen und lebenden Mollusken mit größter Vorsicht zu Werke gehen müssen und auch das zoogeographische Verhalten der lebenden Formen zu Rate ziehen müssen, will man nicht zu falschen Schlüssen gelangen." Was das anatomische Element nun anlangt, so sahen wir oben, daß über seine ausschlaggebende Tätigkeit auch unter den Berufenen heute noch keine Übereinstimmung erzielt ist. Schließlich ist die Schale denn auch selbst bei Schnecken kein ganz akzessorisches und willkürliches Moment, sondern ihr Bau steht im innigsten organischen Verhältnis zum Bau des Tieres. Die Systematik ruht in erster Linie doch auf ihr, selbst bei denjenigen, welche sich dieser Grundlage ihres systematischen Empfindens selbst nicht immer bewußt sind. Man braucht hier nur auf die Glandinen hinzuweisen und auf das, was über diese oben näher ausgeführt wurde. Warum stellen denn Wenz und Pilsbry die anatomisch so abweichende und auch geographisch so gut abgesonderte Gattung *Poiretia* mit der *Glandina algira* in diese Familie der Glandiniden? Doch in erster Linie wegen der Schalenähnlichkeit. Zu begreifen wäre ferner von seiten derjenigen, welche auf dem von Wenz näher gekennzeichneten Standpunkte stehen, ein offenes Ignoramus und Ignorabimus. Sie könnten sagen: Daß die Schale dieser und jener Landschneckenform tropischen, indischen oder westindischen Elementen außerordentlich ähnlich sieht, geben wir zu. Das Tier, das sie bewohnte, kann aber ganz verschieden gewesen sein. Ehe Ihr uns nicht den Beweis, den zu geben Euch zufällt, geliefert habt, daß dem nicht so ist, ehe Ihr uns nicht unumstößlich nachgewiesen habt, daß die anatomischen Merkmale der Weichteile für beide Gruppen ganz dieselben waren, können wir an Eure Theorie nicht glauben. Dies und nur dies wäre konsequent gehandelt. Das tiergeographische Verhalten der lebenden Formen zu Rate zu ziehen und zu behaupten, daß eine fossile Landschneckenart nicht mit *Geotrochus* verwandt sein kann, weil diese Gattung heute in der Südsee Verbreitung findet, sondern mit *Campylaea*, weil diese heute dieselben Regionen bewohnt, ist einfach eine petitio principii, die noch klarer hervortreten würde, wenn wir statt *Helix* z. B. *Strombus* oder *Voluta* setzen würden; der theoretische Nihilismus einer derartigen Anschauung wird durch die Schaffung ungezählter neuer Namen für aus derartigen Anschauungen heraus geborene Untergruppen dem oberflächlich blickenden Auge gegenüber mehr verborgen als in Wirklichkeit beseitigt.

Nun kann Wenz letzten Endes nicht ganz alle tropischen Elemente in der europäischen Landschneckenfauna bestreiten. Er beruft sich (a. a. O. p. 139) merkwürdigerweise auf die Verbreitung der Oleaciniden, von welchen schon oben die Rede war, ferner auf die Pneumonopomen, auf *Eomegaspira* im europäischen Eocän usw. Es ist damit schon allerlei zugegeben, selbst wenn man berücksichtigt, daß die älteren Megaspiren z. B. sich gerade in ihrem Schalenbau durch das Vorhandensein zahlreicher Gaumenfalter von den heute in Brasilien lebenden Formen unterscheiden und daher, wie ich nachwies, zu der Gattung *Palaeostoa* Andreae zu stellen sind. Weshalb die Verhältnisse bei diesen Formen nun wesentlich anders liegen als bei den Heliciden, wie Verfasser auf p. 140 behauptet, ist mir nicht ganz klar. Selbst wenn es sich hier wirklich um viel ältere Typen handelte, wie Wenz behauptet, und ihre Verbreitung wirklich früher eine universellere war, so muß diese doch auch einmal auf den Landmassen von einem bestimmten Verbreitungszentrum aus erfolgt sein. Und dies setzt ebenso Landbrücken voraus, wie die Verteilung derjenigen Formen, welche Wenz, ob mit Recht oder Unrecht bleibe dahingestellt, für die jüngeren hält. Etwas Sicheres läßt sich hier natürlich nur allmählich an der Hand der regionalen Geschichte ermitteln. Fehlen bestimmte Gruppen, z. B. im Eocän von Nordamerika, und sind sie in unseren Breiten zu gleicher Zeit vorhanden, um dann wieder im jüngeren Tertiär oder in der Jetztzeit auf dem nearktischen Kontinent aufzutreten, so spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, daß sie von Europa aus in Amerika eingewandert sind, und umgekehrt [1]. Derartige Zusammenhänge und Wanderungen hat man doch für die Wirbeltiere bereits in großer Menge festgestellt. Weshalb sollen die Mollusken hier für sich eine Ausnahmestellung in Anspruch nehmen können?

[1] So liegt z. B. der Fall für die Landschneckengattung *Strobilops* Pilsbry (= *Strobilus* und *Strobila* aut.), die vom Eocän, vielleicht schon von der oberen Kreide an in Europa auftritt und heute lebend in Nordamerika vorhanden ist, wo sie aber im Tertiär bisher nicht aufgefunden wurde. Solange dies letztere nicht der Fall ist, müssen wir annehmen, daß sie in die Neue Welt einwanderte, und zwar naturgemäß aus dem Gebiete, wo sie seit dem Eocän mindestens ansässig war, nämlich aus Europa. Das Auftreten von wenigen, anscheinend noch recht dürftig bekannten Formen, die heute in Asien leben, kann nur auf den Weg hinweisen, den diese Wanderung vielleicht während des Pliocän genommen hat. Daß die Gattung sich aber von Asien aus „ost- und westwärts verbreitet" hätte, wie Wenz meint (N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. p. 68), scheint mir eine ganz in der Luft schwebende Annahme zu sein, die vielleicht nur dem Bestreben ihre Entstehung verdankt, auch für diese nearktische Formen eine europäische Herkunft auszuschließen. Wenz hat sich übrigens selbst davon überzeugt, daß es sich hier bei den rezenten nearktischen und den tertiären europäischen Formen um dieselbe Gattung handelt und daß Konvergenzen hier ausgeschlossen sind.

Ich beabsichtige im übrigen nicht, auf das äußerst schwierige Gebiet früherer Landzusammenhänge hier weiter einzugehen; müßte ich doch dabei fürchten, den mir zur Verfügung stehenden Raum naturgemäß bei weitem überschreiten zu müssen. Mein Ziel war nur, dagegen Einspruch zu erheben, daß das wesentlichste der mühevollen und sachkundigen Untersuchungen F. v. Sandberger's und Oskar Boettger's als überholt und veraltet der Vergessenheit übergeben würde und statt der von diesen Pfadfindern in einem vor ihrem Wirken ganz dunklen und unwegsamen Gebiete vertretenen Anschauungen Theorien aufgestellt würden, die nur im ersten Augenblicke und bei flüchtigem Zusehen nüchterner und einfacher erscheinen, in Wirklichkeit aber viel spekulativerer Natur sind und den Tatsachen weit weniger gerecht werden. Es ist immer ein schlechtes Zeichen, wenn ein wissenschaftlicher Erklärungsversuch einfach hingenommen wird, ohne begeisterten Zuspruch oder scharfen Widerspruch auszulösen. Denn nur im Kampfe, im Widerstreite der Meinungen gedeiht die Wahrheit!

Über eine *Dalmania* aus den Devonschichten von Tal bei Graz.

Von **F. Heritsch.**

Mit 1 Textfigur.

Nachdem ich an anderer Stelle [1] gelegentlich der Beschreibung der Fauna des Fundortes Fiefenmühle in Tal-Winkel bei Gösting aus den dortigen Devonkalken (*Barrandei*-Schichten oder vielleicht schon unterstes Mitteldevon) eine in zahlreichen Resten vorliegende *Dalmania* als eine Varietät der von K. A. Penecke beschriebenen *Dalmania Heideri* erkannt und als *D. Heideri* var. *Peneckei* besprochen hatte, kann ich jetzt nachträglich darangehen, jene neue Varietät genau zu erörtern und mit anderen Dalmanien zu vergleichen. Ich verweise dazu auf die beigegebene Figur, welche nach dem größten Kopf gezeichnet ist.

Der Unterschied der abgebildeten Varietät von der durch Penecke sehr kurz beschriebenen *D. Heideri* sind folgende:

1. Die *D. Heideri* hat Hintereckstacheln, während diese bei der var. *Peneckei* fehlen. — Ein analoger Fall ist in der Reihe der *D. socialis* Barr. bekannt; die *D. socialis* hat einen Stachel, der etwa ein Drittel der Kopflänge mißt, die var. *proaeva* hat einen kurzen, kaum vortretenden Hintereckstachel.

[1] Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. **92**. 1915. p. 574. Taf. I.

2. Die var. *Peneckei* hat einen scharf markierten Wulst unter den Augen.

3. Bei der var. *Peneckei* ist der dritte Lobus sehr klein.

Ich gebe in den folgenden Zeilen eine Beschreibung des Kopfes von *D. Heideri* Pen. var. *Peneckei mihi*, welche mir in einer ganzen Reihe von Exemplaren vorliegt.

Kleine Köpfe haben einen dreieckigen Umriß. Der Umriß der großen Kopfschilder ist vorne gleichmäßig gerundet, parabolisch; hinten ist eine gerade Begrenzungslinie vorhanden.

Die Wölbung des Kopfschildes nach den Seiten ist sehr bedeutend. Auch in der Längsrichtung ist die Wölbung sehr markiert, so daß die Glabella nach vorne sehr scharf absteigt.

Besonders charakteristisch ist das scharfe Einschneiden aller Furchen.

Die Glabella (*gl* der Figur) ist stark gewölbt. Der Frontallimbus fehlt ganz, er ist nur als eine kaum merkbare, dünne Linie entwickelt, welche aber nicht dem Hineinziehen der Wangen auf den Frontalrand entspricht, sondern ein leichtes Vortreten des umgeschlagenen Teiles des Kopfes ist. Es ist das bei Fehlen des Limbus die doublure sous-frontale Barrande's, die hier vortritt (ähnlich wie bei *D. Phillipsi* Barr., Taf. 22 Fig. 2, aus D in Böhmen)[1]. Der „Frontallimbus" bildet den Vorderrand. Der Vorderrand entspricht daher jenem der Gruppe von *D. socialis*.

Die Glabella ist bei den kleinen Exemplaren vorne stumpf zugespitzt, bei den größeren Köpfen gerundet. Sie ist ziemlich grob gekörnt. Diese Skulptur haben auch die beiden ersten Seitenloben. Die Körnung der Glabella reicht bis zur Nackenfurche. Die sonstige Oberfläche des Kopfes ist glatt. —

Dem Frontallobus fehlen Eindrücke (Grübchen), welche sonst bei Dalmanien auftreten.

Der Frontallobus der Glabella ist durch die erste Querfurche („Seitenfurche", *1* der Figur) losgelöst. Diese erste Querfurche ist sehr tief, sehr ausgeprägt, schärfer markiert als die seitlichen Furchen, welche zwischen der Glabella und dem Augendeckel nach hinten ziehen; die erste Querfurche hat die für die *Hausmanni*-Gruppe typische Stellung und das für diese Gruppe charakteristische Aussehen.

Die beiderseitigen ersten Querfurchen öffnen sich wie die Schenkel eines Winkels gegen vorne; dadurch erscheint der Frontallobus der Glabella gestielt.

So gibt dieser Teil des Kopfschildes das typische Bild von *Odontochile* Corda. Denn bei den älteren Formen (*Socialis*-Gruppe)

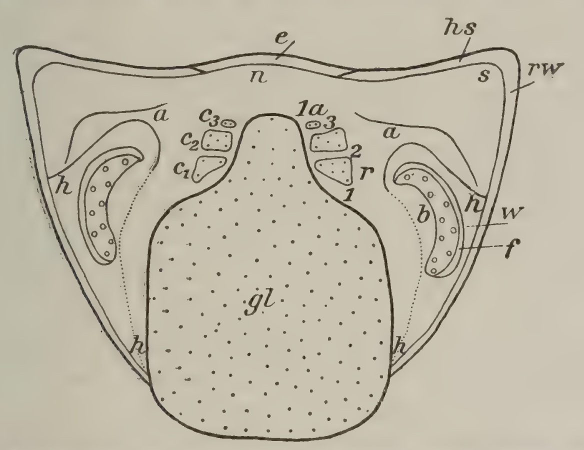
---

[1] Die folgenden Zitate beziehen sich alle auf Barrande, Syst. sil. Trilobiten.

öffnen sich die vorderen Querfurchen nicht wie die Schenkel eines Winkels nach außen und schnüren daher auch nicht den Frontallobus der Glabella ab.

Die zweite (mittlere) Querfurche (*2* der Figur) steht fast senkrecht auf die Längsachse. Sie ist die seichteste Furche.

Die dritte (hintere) Querfurche (*3* der Figur) macht in ihrem Anfang einen Winkel zur Längsachse des Trilobitenkopfes so wie die erste Querfurche, aber in entgegengesetztem Sinne. Sie ist



Kopfschild der *Dalmania Heideri* var. *Peneckei*. schematische Skizze des größten, etwas schiefen Exemplares.

gl = Glabella	*h—h* = Verlauf der Naht, dort punktiert, wo sie schlecht zu sehen ist
c_1, c_2, c_3 = Seitenloben	*f* = Furche unter dem Auge
1, 2, 3 = erste, zweite, dritte Querfurche	*a* = äußerer Randwulst
1—1a = erste Querfurche u. deren Fortsetzung	*b* = Augensaum
s = hintere Saumfurche	*r* = Seitenfurche
e = Nackenring	*rw* = Randwulst

hs = hinterer Saumwulst

sehr stark markiert. Durch sie wird der dritte Seitenlappen der Glabella abgetrennt, der sehr klein ist und nur einen winzigen, hinten von der Occipitalfurche begrenzten, rückenartigen Knopf bildet.

Gleichsam in der Fortsetzung der ersten Seitenfurche und parallel zur Längsachse des Trilobitenkopfes verläuft nach hinten auf jeder Seite der Glabella eine leicht angedeutete Furche [eine solche Erscheinung ist angedeutet bei *Dalmania Hausmanni* Barr., Taf. 24 Fig. 3, bei *D. spinifera* Barr., Taf. 27 Fig. 4, bei *D. socialis* var. *grandis* Barr., Taf. 27 Fig. 15]. Sie (*1—1a* der Figur) be-

wirkt, daß die Seitenlappen über einen flachen Sattel mit dem mittleren Teil der Glabella zusammenhängen. Es tritt daher fast eine Vereinigung der Querfurchen ein.

Der vordere (c_1) und der mittlere (c_2) Seitenlappen ist kräftig und beide treten stark hervor.

Der vordere (erste) Seitenlappen ist fast ganz umfurcht und hat eine annähernd dreieckige Gestalt.

Der mittlere (zweite) Seitenlappen hat einen länglichen Umriß.

Der hintere (dritte) Seitenlappen (c_3 der Figur) ist kammartig und sehr klein. Er liegt in der Fortsetzung des Wulstes, der hinter dem Auge, zwischen der Naht und der Occipitalfurche sich befindet, ist aber von dem Wulst durch die Seitenfurche getrennt.

Bei der in Erörterung stehenden Form sind die hinteren Querfurchen sehr scharf ausgeprägt, deutlicher als es sonst der Fall ist. Bei *D. socialis* var. *proaeva* Barr. (Taf. 26 Fig. 25) sind die vorderen Querfurchen leicht knieförmig gebogen; die hinteren Querfurchen sind etwas stärker als die mittleren. Auch findet sich schon eine Art von knotenförmiger Absonderung der hinteren Seitenlappen.

Auch bei *D. solitaria* Barr. (Taf. 26 Fig. 44) sind die hinteren Querfurchen schärfer markiert als die vorderen. Auch bei *D. Phillipsi* Barr. (Taf. 26 Fig. 31, 33) ist dasselbe der Fall. — Die Beispiele ließen sich leicht vermehren.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß bei der *Socialis*-Gruppe die hinteren Querfurchen stärker ausgeprägt sind als die vorderen.

Die Näckenfurche (*n* der Figur) ist scharf ausgeprägt und die direkte Fortsetzung der hinteren Saumfurche des Kopfschildes.

Der Nackenring (*e* der Figur) ist scharf erhoben; seine Fortsetzung liegt im hinteren Saumwulst des Kopfschildes. Der genannte Saumwulst ist nur schwach ausgeprägt.

Die Gesichtsnaht (*h*—*h* der Figur) ist auf der rechten Seite des Kopfes sehr leicht **S**-förmig geschwungen. Sie beginnt am Außenrand seitlich der Augen, schwingt sich gebogen unter den Augen durch, umzieht diese auf der Innenseite und begrenzt vorne den Vorderrand des Frontallobus der Glabella.

Die Augen sind rein seitlich gestellt. Sie sind klein. Die Augenhügel ragen kräftig auf und sind konisch abgestutzt. Mit dem Augendeckel sehen sie aus wie ein abgestutzter halber Konus. Die Sehfläche hat große Linsen analog der *D. cristata*. Es sind etwa 60 Linsen vorhanden. Die Augen stehen derart, daß die Facetten in Reihen senkrecht angeordnet sind; diese Reihen stehen derart nebeneinander, daß ein zweites, unter 45° die senkrechte Anordnung schneidendes Reihensystem entsteht.

Die Augenfläche setzt scharf gegen den Augendeckel ab. Zwischen dem letzteren und der Sehfläche erhebt sich als ein scharfer Kamm der Augensaum (*b* der Figur).

Zwischen dem Augendeckel und den Seitenlappen liegt die tiefe Seitenfurche (*r* der Figur).

Der Augenkegel wird nach unten auf der Außenseite durch eine Furche (*f*) abgeschlossen. Sie zieht nach rückwärts um den Kegel herum und läuft an die Gesichtsnaht angrenzend an den Rand aus.

Unter der Furche liegt ein Wulst, der an der Gesichtsnaht spitz ausläuft, von welcher er spitz abgeschnitten wird.

Die Wangen sind stark nach abwärts gewölbt. Die Form des Kopfschildes außerhalb der Augen stimmt mit *D. Hausmanni* überein.

Eine Randfurche außer der Saumfurche ist deutlich zu beobachten. Auf den Seiten zieht als Randwulst (*rw* der Figur) ein flacher Sattel hin. Dieser äußere Saumwulst biegt gegen den Hinterrand um und setzt sich im hinteren Saumwulst (*hs* der Figur) fort. Zwischen der äußeren Saumfurche und dem Wulst unter den Augen liegt eine flache Senkung. Durch die Gesichtsnaht wird diese Senkung in zwei Teile getrennt. Diese Senkung setzt in die hintere Saumfurche fort, über welche sich der Wulst unter dem Auge erhebt.

Die Hintereckstacheln fehlen fast ganz, sie sind auf eine kleine, stumpfeckige Spitze reduziert. Das ist ein Merkmal, welches die mir vorliegende Varietät von der durch Penecke beschriebenen Art unterscheidet.

Die Unterseite des Kopfschildes ist bei einigen Köpfen in ihrem vorderen Teile zu sehen. Man sieht deutlich, wie der Kopfschild nach unten umgebogen ist. Die doublure sous-frontale ist wohl zu beobachten. Die Naht gegen das Hypostom ist nicht mehr zu erkennen. Aber die Gestaltung des Kopfes zeigt, daß die Unterseite löffelartig eingebogen ist.

In der doublure sous-frontale liegt eine deutlich hervortretende „Verschlußfurche“ (wie bei vielen *Phacops*-Arten) zur Einpassung des Pygidiumendes im eingerollten Zustande. Bei einem Exemplar war es auch möglich, ein Pygidium in diese Verschlußfurche einzupassen. Eine solche Verschlußfurche bildet Barrande bei *Dalmania rugosa* (Taf. 24 Fig. 18) ab.

Von Pygidien liegt eine ganze Anzahl vor. Die Achse erstreckt sich bis zum Hinterrand. Es sind 13 Achsenringe vorhanden. Im Querschnitt ist der Rückenteil der Achse flach gewölbt; nur gegen den Rand hin ist ein steiler Abstieg vorhanden. Die Achse hat daher im Querschnitt eine dreieckige Form. Von Pleuren sind nur acht erkennbar, da sie im hinteren Teil nicht erhalten sind. Die Pleuren sind schief nach hinten gestellt. Die Achse hat keine Knötchen und keinen Schwanzstachel.

Im Umriß ist das Pygidium jenem von *D. Hausmanni* gleich.

Ich wende mich nun der Erörterung nach der Einreihung der eben beschriebenen *Dalmania* in die bekannten Gruppen dieses

Genus zu und verweise als Grundlage auf BARRANDE's generische Charakteristik (p. 532 ff.). Aus diesen Ausführungen BARRANDE's möge einiges hervorgehoben werden. Den Außenrand des Kopfschildes bildet der Frontallimbus, der entweder durchgehend entwickelt ist wie in der Gruppe der *D. Hausmanni* oder unterbrochen ist wie in der Gruppe der *D. socialis*, bei der er vor dem Frontallobus der Glabella bis auf Null reduziert oder rudimentär ist. — Die Occipitalfurche und die hintere Saumfurche der Wangen treten scharf hervor, ebenso auch die Furchen im Innern des Kopfes. — Bei allen Arten ist eine Lobation durch drei Seitenfurchen vorhanden. — Bei der Gruppe der *D. Hausmanni* sind die vorderen Seitenfurchen breiter und tiefer als die anderen. Der Frontallobus ist förmlich vom Reste der Glabella losgelöst. Charakteristisch sind die drei, in dreieckiger Stellung zueinander liegenden Glabellagrübchen. Es sind 16—22 Ringe des Pygidiums vorhanden. Das Vorkommen ist in Böhmen auf die Etage G beschränkt. — Eine ähnliche Form des Kopfschildes ist bei den Gruppen der *D. caudata* und *D. punctata* vorhanden. — Bei der Gruppe der *D. socialis* ist der Stirnlobus nicht isoliert, denn die vorderen Seitenfurchen sind nicht schärfer markiert als die anderen. Bei dieser Gruppe sind nie über 15 Ringe im Pygidium vorhanden. In Böhmen ist ihr Vorkommen auf die Etage D beschränkt.

Der Hauptunterschied der Gruppen der *D. Hausmanni* und der *D. socialis* sind die vorhandene oder fehlende Entwicklung des Frontallimbus, die Zahl der Glieder des Pygidiums.

Die Gruppe der *D. socialis* unterscheidet sich von jener der *D. Hausmanni* durch den mangelnden oder rudimentären Stirnlobus, durch einen wenig abgeschnürten Stirnlobus der Glabella, durch die geringe Zahl der Segmente des Pygidiums. Dadurch nähert sich diese Gruppe der *D. socialis* nach HOERNES (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1880, p. 675) mehr dem Genus *Phacops* als der Gruppe der *Dalmania Hausmanni*.

Nach HOERNES (p. 676) kann man von einer Formenreihe sprechen, welche von *D. socialis* über die *D. socialis* var. *grandis* zum *Hausmanni*-Typus führt (dazu WEDEKIND, Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1911). Die var. *grandis* ist gegenüber den älteren Varietäten von *D. socialis* durch stärkere Entwicklung der Stacheln, Verbreiterung der vorderen Seitenfurchen der Glabella und dadurch bedingte stärkere Abschnürung des Stirnlobus und durch eine größere Segmentzahl ausgezeichnet.

Dasselbe zeigt *D. Angelini*. In d_5 hat dieser zahlreichere Segmente im Pygidium als die älteren Formen, welche BARRANDE zuerst als *D. dubia* beschrieben hat, um sie im Supplementbande (p. 28) zu *D. Angelini* zu stellen.

Im böhmischen Altpaläozoicum ist die Trennung der *Socialis*- und *Hausmanni*-Gruppe eine ganz scharfe. Das mag damit zu-

sammenhängen, daß in diesem Gebiete zwischen *D* und g_1 eine Schichtgruppe liegt, welche nur ausnahmsweise Dalmanien führt.

Durch Funde in anderen Ländern ist festgestellt worden, daß diese scharfe Trennung der zwei Gruppen nur eine scheinbare ist. Barrande selbst hat sich darüber verbreitet (p. 300). In Frankreich gehören *Phacops longicaudatus* Rouault [1] und *Ph. Dujardini* Rouault zur unteren Gruppe; von diesen ist der erstgenannte ident mit *Dalmania socialis* Barr., der zweite sehr nahe verwandt mit *D. Phillipsi* Barr. Aus dem Silur von Irland sind mehrere Spezies bekannt, welche der *Socialis*-Gruppe angehören; aber die *Dalmania truncato-caudata* hat ein Pygidium mit 16 Segmenten, doch keinen Stirnlimbus. Aus dem Silur Englands kennt man *D. caudata*, welche ein Zwischenglied zwischen der *Socialis*- und *Hausmanni*-Gruppe ist. Sie nähert sich der *D. socialis* in der Zahl der Segmente des Pygidiums; aber die Entwicklung des Hypostoms, die Form des Kopfes und des Stirnlimbus stimmt mit *D. Hausmanni* überein. Sie ist von ähnlichen Formen begleitet (*Phacops Weaweri, Ph. obtusicaudatus*). — In Schweden kamen Formen vor, welche die Merkmale beider Gruppen vereinigen; denn *Dalmania conicophthalmus* und *D. sclerops* stimmen im Pygidium mit *D. socialis* überein, aber sie unterscheiden sich durch einen Frontallimbus.

Die Dalmanien der Gruppe der *D. Hausmanni* fassen viele Autoren unter dem Namen *Odontochile* Corda [2] zusammen. Typisch für diese Untergattung ist *Dalmania Hausmanni* Barr. In die Charakteristik dieses Subgenus gehört folgendes hinein:

1. Die Glabella ist nicht gleichmäßig geschlossen wie bei der *Socialis*-Gruppe, denn die vorderen Querfurchen öffnen sich dreieckig nach außen; dadurch erscheint der Stirnlappen wie gestielt.
2. Die größere Zahl der Segmente des Pygidiums.
3. Die Augen sind groß, dem Hinterrande genähert (was auch bei *D. caudata* bereits der Fall ist).
4. Der breite Frontallimbus.
5. Die Glabellarlobation ist einheitlich.
6. Das Pygidium ist mehr oder weniger geschwänzt.

---

[1] Der bei Salter (Brit. Trilob. Pal. Soc. 1864. p. 55. Taf. III Fig. 19—28) beschriebene *Phacops (Odontochile) longicaudatus* Murch. aus dem Silur von England ist nicht ident mit *Dalmania socialis*: denn diese englische Form gehört nach der Schnauze in die Reihe *Dalmania—Probolium*.

[2] *Odontochile* Corda ist synonym mit *Hausmannia* Hall. Auch R. Etheridge und J. Mitchell (The silurian Trilobites of New South Wales. Proceed. of the Linn. Soc. of New South Wales. **10**. p. 486—511) nehmen den Namen *Hausmannia* für *Dalmania* bzw. *Odontochile*, da diese beiden Namen bereits vor ihrer Verwendung für Trilobiten zur Benennung von Dipteren und Coleopteren verwendet worden sind.

Stellen wir die Hauptmerkmale der beiden Gruppen gegenüber und vergleichen wir damit unsere neue Varietät, so ergibt sich folgende Übersicht:

Hausmanni-Gruppe	Frontallimbus vorhanden	Frontallobus losgelöst	Pygidium mit 16 Segmenten
Socialis-Gruppe	Frontallimbus rudimentär oder fehlend	Frontallobus wenig losgelöst	Pygidium mit 15 Segmenten im Maximum
D. Heideri var. *Peneckei*	Frontallimbus fehlt	Frontallobus losgelöst	Pygidium mit 13 Segmenten

Daraus ergibt sich, daß *D. Heideri* Pen. var. *Peneckei mihi* eine Zwischenstellung zwischen den beiden Gruppen einnimmt. Die charakteristische Form der Glabella, die der *Hausmanni*-Gruppe angehört, ist vereinigt mit dem Fehlen des Frontallimbus, wie es für die *Socialis*-Gruppe bezeichnend ist.

Schade, daß das Grazer Devon so arm an Trilobiten ist! Vielleicht gelingt einmal ein Fund, der die Reihe nach abwärts führen läßt.

Über einen Apparat zur Tränkung lockerer Gesteine mit Kanadabalsam.

Von **E. A. Wülfing** in Heidelberg.

Mit 2 Textfiguren.

Der Streit über das Urheberrecht an dem oben genannten Apparat kann mit der letzten Äußerung des Herrn Dr. Schlossmacher (dies. Centralbl. 1919, 376) noch nicht als erledigt betrachtet werden. Herr Dr. Schlossmacher sagt, meine Angaben beruhten auf einem Irrtum, und glaubt „den Tatbestand ein für allemal festzulegen“, indem er kurzerhand behauptet, er habe den Vorschlag zu den Präparationen gemacht und den dazu dienenden Apparat mit Hilfe des hiesigen Präparators aufgestellt. Wenn ich nun meinerseits diese Äußerung ebenso kurz als Irrtum abtun wollte, würde ein Dritter kaum entscheiden können, wer eigentlich recht hat; ich muß also schon ausführlicher werden und die Geduld des Lesers etwas länger in Anspruch nehmen, werde zugleich aber auch einige sachliche Unrichtigkeiten in den Ausführungen des Herrn Dr. Schlossmacher zur Sprache bringen sowie eine Neuerung an dem Apparat beschreiben.

Einer allein von uns beiden kann unmöglich den Tatbestand festlegen, solange er seine Auffassung nicht von anderer Seite bekräftigen läßt; ich berufe mich daher auf den in meiner ersten Berichtigung (dies. Centralbl. 1919, 288) genannten, inzwischen aus der Gefangenschaft zurückgekehrten und jetzt an der Heidelberger Oberrealschule tätigen Dr. F. Hörner, sowie auf den am Heidelberger Mineralogisch-petrographischen Institut angestellten Präparator J. Botz. Diese Herren haben zu den Akten des genannten Instituts Erklärungen abgegeben, deren Wortlaut ich mit ihrer Zustimmung hier veröffentliche.

Herr Dr. F. Hörner erklärt:

„Der von Herrn Dr. Schlossmacher im Centralbl. f. Min. etc. 1919, 190—192 beschriebene Apparat wurde im Mai 1916 von Herrn Geh. Hofrat Wülfing unter meiner Beihilfe im Mineralog.-petrogr. Institut der Universität Heidelberg gebaut. Alle diese Versuche geschahen in Abwesenheit des Herrn Dr. Schlossmacher, wie denn auch die Angaben, die Herr Geh. Hofrat Wülfing im Centralbl. 1919, 288 veröffentlichte, durchaus den Tatsachen entsprechen."

Präparator J. Botz erklärt:

„Da Herr Dr. Schlossmacher sich in einer Berichtigung im Centralbl. f. Min. etc. 1919, 376 auf mich beruft, muß ich wahrheitsgemäß erklären, daß die Versuche zur verbesserten Präparation lockerer Gesteine weiter zurück liegen, als Herr Dr. Schlossmacher angibt, und daß sie nicht von ihm ausgegangen sind. Vorversuche waren schon oft, darunter auch mit Herrn Dr. Schlossmacher in einem Erlenmeyerkölbchen und in einem erweiterten Reagenzglas (nicht mit seitlicher Gesteinskammer), gemacht worden. Alle solche Versuche waren aber erfolglos, bis Herr Geh. Hofrat Wülfing sich selbst der Sache annahm, worauf dann im Mai 1916 unter Assistenz von Herrn Dr. Hörner und in gänzlicher Abwesenheit von Herrn Dr. Schlossmacher der jetzt von diesem beschriebene Apparat von Herrn Geh. Hofrat Wülfing gebaut wurde.

Herr Dr. Schlossmacher hat sich die ganze Arbeitsweise mit dem Apparat im Dezember 1918, kurz bevor er seine Stelle als Assistent hier verließ, von mir ausführlich beschreiben und den Wortlaut seiner darüber gemachten Aufzeichnungen genau von mir bestätigen lassen, ohne indessen im geringsten die Absicht einer Veröffentlichung zu verraten."

Nach diesen beiden Aussagen halte ich meine Berichtigung vom 14. Juli 1919 (l. c.) in allen Teilen aufrecht und gebe höchstens die Zeit meiner damaligen Versuche etwas genauer an, indem ich anstatt „im Sommer 1916" setze „im Sommer-Semester 1916". So ist die Zeitangabe gemeint gewesen, und so stimmt sie auch mit den obigen beiden Aussagen überein. Ich möchte nun glauben, soweit ich in die Psyche meines früheren Assistenten einzudringen vermag, daß er seine mißglückten Vorversuche einmal irrtümlich für die ersten Vorversuche (vgl. hierzu die obige Aussage des

Präparators), und daß er sie ferner für wichtiger gehalten hat, als sie tatsächlich waren. Das ist ein Vorgang, der bei einem jüngeren Forscher leicht vorkommen kann und auch entschuldbar ist, solange es dabei nicht zu einer Publikation kommt. Immer aber birgt eine heimlich verfaßte Publikation, wie sie mir gegenüber hier geschehen ist, eine Gefahr in sich, da ein Lernender vielfach gar nicht in der Lage ist, abzuschätzen, was eigentlich sein geistiges Eigentum ist und was ihm von seinem Lehrer nahe gebracht wurde. Herr Dr. Schlossmacher hat übrigens empfunden, daß er dem Apparat doch einigermaßen fremd gegenübersteht, sonst hätte er wohl nicht nötig gehabt, sich die ganze Arbeitsweise mit dem Apparat ausführlich auseinandersetzen zu lassen (s. Schluß der obigen Erklärung des Präparators), wie dies erst jetzt zu meiner Kenntnis gekommen ist. Er selbst hat nie mit dem Apparat gearbeitet, sondern nur für seine Zwecke damit arbeiten lassen. Er hat auch nie von sich aus angegeben, wie mit dem Apparat zweckdienlich gearbeitet werden muß. Er hat, kurz gesagt, den Apparat nur äußerlich gekannt. Das Einholen der Belehrung ist also sehr begreiflich, nur hätte es eben nach meinem Dafürhalten nie mit der Absicht einer Veröffentlichung geschehen dürfen.

Sachlich möchte ich nun noch eine irrtümliche Ansicht des Herrn Dr. Schlossmacher über die Natur des Kanadabalsams, die ja bei der Konstruktion des Apparates eine so wichtige Rolle spielt, berichtigen. Es heißt bei ihm nämlich (dies. Centralbl. 1919. 192, Schlußzeilen): „Sollte der Balsam einmal durch zu langes, z. B. monatelanges Stehen zu hart werden und die zähflüssige Form verlieren, so läßt er sich durch Verdünnen mit Xylol wieder in den gewünschten Zustand bringen.“ Durch monatelanges Stehen wird kein Balsam zu hart, vielmehr ist dazu ein Zeitraum von Jahren erforderlich, und auch dann erstreckt sich die Veränderung nur auf die Oberfläche, also nicht auf die ganze Balsammasse. Dies Verhalten des Balsams ist in meiner Untersuchung „Über die Lichtbrechung des Kanadabalsams“ (Sitz.-Ber. Heidelb. Akad. Wiss. 1911, No. 20) beschrieben, wo es am Schluß unter No. 8 heißt: „Kanadabalsam, der durch Deckglas oder eine von ihm selbst gebildete Kruste geschützt ist, kann nach 40 Jahren noch klebrige Konsistenz und niedrige Lichtbrechung zeigen; er altert also nur an der Oberfläche und an den Rändern der Deckgläser.“ Ferner läßt sich zu hart gewordener Kanadabalsam niemals durch Xylol in seinem Wesen umwandeln, er kann wohl in Xylol gelöst werden, tritt aber nach der Verdunstung des Lösungsmittels wieder in seiner alten, zu hart gewordenen Beschaffenheit auf. Ein mit Xylol verdünnter Balsam gerät in meinem Apparat bei der Erwärmung und Evakuierung alsbald ins Kochen, verliert sein Xylol und erscheint wieder in der harten, unbrauchbar gewordenen Form.

Schließlich möchte ich noch hervorheben, daß die Dimensionen eines solchen Apparates doch von einiger Bedeutung sind und nicht, wie Herr Dr. Schlossmacher meint, „dem Gutdünken jedes einzelnen überlassen werden mögen". Ich veröffentliche daher in Fig. 1 eine für die Neuauflage der „Mikroskopischen Physiographie" bestimmt

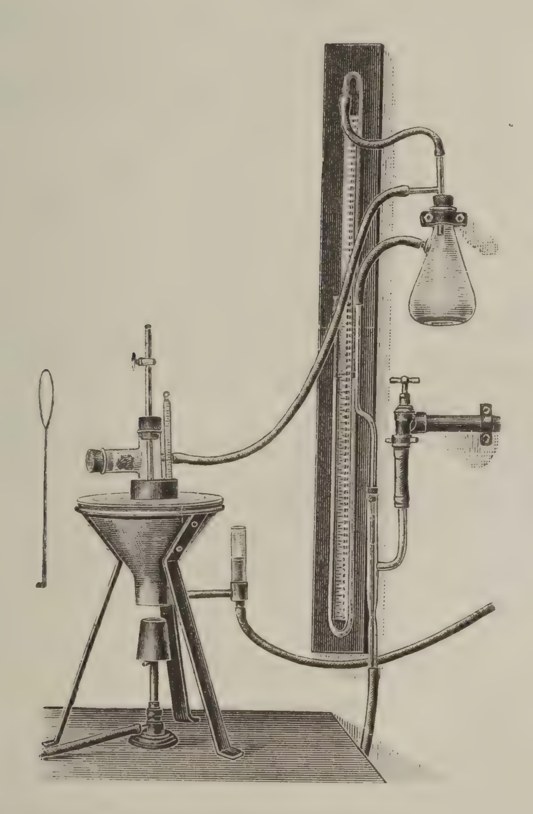


Fig. 1.

gewesene Abbildung der ganzen Apparatur mit Wasserbad, Saugpumpe, Manometer und Sicherheitskolben. Die dieser Figur zugrunde liegende Photographie ist übrigens ebenfalls, wie alles, was sich auf diesen Apparat bezieht, vor der Schlossmacher'schen Veröffentlichung angefertigt worden. Das im Wasserbad befindliche Glasgefäß hat eine ganze Höhe von 20 cm und eine lichte Weite von 3 cm sowohl in seinem Hauptrohr wie auch in dem seitlichen Tubus.

Neuerdings ist das tubulierte Glasrohr von mir etwas abgeändert worden, um die Verwendung der jetzt so schwierig zu beschaffenden großen Gummistopfen zu umgehen. In dieser neuen Form ist der seitliche Tubus zugeschmolzen und das obere Ende des Rohres durch eine aufgeschliffene Glasplatte, die mit wasserfreiem Schaffett (Lanolin ohne Wasser) eingeschmiert ist, geschlossen. Es macht keine Schwierigkeiten, den zu tränkenden Gesteinssplitter von oben her in den seitlichen Tubus zu bringen, von wo aus er durch ein leichtes Kippen des Glasrohres in den Balsam fällt. Die Grunddimensionen des tubulierten Glasrohrs sind, wie die in Fig. 2 in $\frac{1}{4}$ der wirklichen Größe wiedergegebene Abbildung zeigt, unverändert geblieben. Der seitliche Hahn wird beim Evakuieren geschlossen und nach Beendigung der Operation, aber vor Abstellung der Saugpumpe, wieder geöffnet.

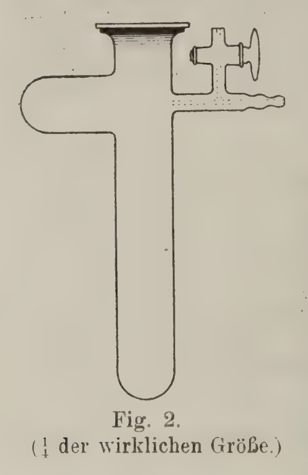


Fig. 2.
($\frac{1}{4}$ der wirklichen Größe.)

Der Apparat kann von C. Desaga in Heidelberg bezogen werden.

Heidelberg, den 26. April 1920.

Miscellanea.

Preisausschreiben.

Die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Universität Gießen (Gießener Hochschulgesellschaft, Geschäftsstelle: Gießen, Lonystr. 7) setzt zwei Preise aus für die besten Lösungen folgender Aufgabe:

Die natürlichen Grundlagen des hessischen und nassauischen Eisenerzbergbaues und ihre wirtschaftlichen Folgerungen.

Der erste Preis beträgt 5000 ℳ, der zweite Preis beträgt 2500 ℳ. Die Gesellschaft behält sich vor, weitere Preise zuzuerkennen.

Bewerbungsschriften sind vor dem 1. Februar 1922 bei der Gesellschaft einzureichen. Sie sind in deutscher Sprache abzufassen und in Maschinenschrift nebst zwei Durchschlägen des Textes vorzulegen, ohne Nennung des Verfassers. Auf dem Titelblatt ist ein Kennwort anzubringen. Beizugeben ist ein verschlossener Brief-

umschlag, der mit dem Kennwort versehen und in dem der Name und die Anschrift des Verfassers niedergelegt sind.

Das Amt der Preisrichter haben übernommen:

Herr Generaldirektor Bergrat A. Gröbler in Gießen,
Herr Prof. Dr. Erich Kaiser in Gießen,
Herr Geh. Bergrat Prof. Dr. P. Krusch in Berlin.

Auf Verlangen der Gesellschaft geht die mit dem ersten Preis gekrönte Arbeit in das Eigentum der Gesellschaft über, die für die Veröffentlichung Sorge trägt.

Abzüge des Preisausschreibens sind von der Gießener Hochschulgesellschaft zu beziehen.

Die Gießener Hochschulgesellschaft:
Geheimerat Prof. Dr. O. Behaghel,
stellv. Vorsitzender.

The National Research Council. (Amer. Journ. of Sc. (4.) 50. 79. 1920.)

Der National Research Council ist eine Arbeitsgemeinschaft von führenden Gelehrten und Technikern, deren Organisation 1916 von der National Academy of Sc. angeregt worden war, um die wissenschaftlichen Arbeiten über Kriegsfragen in Amerika zielbewußt fördern zu können. 1918 wurde der Forschungsrat auch auf Friedensarbeit eingestellt. Trotz der Zusammenarbeit mit Regierungsstellen besteht eine Beeinflussung durch diese nicht. Unter anderen Beihilfen hat die Institution von der Carnegie Corporation 5 000 000 $ erhalten. **K. Krüger.**

Besprechungen.

G. Linck: Chemie der Erde. Beiträge zur chemischen Mineralogie, Petrographie und Geologie. **1.** 4. Heft. 351—476. 1919. Jena, bei Gustav Fischer. [Über Heft 1—3 vgl. Centralbl. 1916. 264.]

Das Schlußheft des ersten Bandes enthält: Ed. Schmidt, Die Winkel der kristallographischen Achsen der Plagioklase. 351—406. 13 Abbild. — R. Sokol, Über die Inhomogenität des Magma im Erdinnern. 407—420. 1 Diagr. — E. Blanck, Ein Beitrag zur Kenntnis arktischer Böden, insbesondere Spitzbergens. 421—476.

Über den Inhalt dieser Abhandlungen wird im N. Jahrb. f. Min. etc. berichtet werden. **Liebisch.**

G. Linck: Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. Herausg. von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. 6. 1920. Jena, bei Gustav Fischer. 245 p. 46 Abbild. im Text. [Vgl. Centralbl. 1916, 544.]

Dieser Band beginnt mit einer Liste der Mitglieder, welche die Deutsche Mineralogische Gesellschaft seit der letzten Berichterstattung durch den Tod verloren hat, und einer Mitteilung des Vorstandes. Die Berichte umfassen folgende Gegenstände: R. Brauns, Die Vorschriften der neuen Prüfungsordnungen für Mineralogie mit Geologie und verwandte Fächer. 5—14. — *Kristallographie:* J. Beckenkamp, Syngonie und Raumgitter. 15—34. 22 Fig. — *Mineralogie:* P. Niggli, Neuere Mineralsynthesen. II. 35—66. 8 Fig. — A. Schwantke, Neue Mineralien. 67—100. — *Petrographie:* F. Rinne, Die geothermischen Metamorphosen und die Dislokationen der deutschen Kalisalzlagerstätten. 101—136. 16 Fig. — *Numerische Angaben über physikalische und chemische Eigenschaften der Mineralien:* K. Schulz, B. Die Koeffizienten der thermischen Ausdehnung der Mineralien und Gesteine und der künstlich hergestellten Stoffe von entsprechender Zusammensetzung. 137—206. — *Anhang:* G. Adolf, Inhaltsverzeichnis zu Band I—V der Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. 207—245. — Mitgliederverzeichnis der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom Ende 1919.

Nähere Angaben über den Inhalt dieser Berichte werden im N. Jahrb. f. Min. etc. veröffentlicht werden. **Liebisch.**

Berichtigung zu dies. Centralbl. 1920 p. 179.

Durch ein Versehen wurde Fig. 5 in verdrehter Lage gedruckt. Sie hat die richtige Stellung, wenn die hellen Striche vertikal laufen.

Personalia.

Ernannt: Dr. **Erich Kaiser**, o. Professor in Gießen, zum o. Professor für allgemeine und angewandte Geologie an der Universität München. — a.o. Prof. Dr. **Ferd. Broili** in München zum o. Professor für Paläontologie und Historische Geologie daselbst.

Infolge der Berufung von Herrn Professor **Kaiser** nach München wird das bisherige Ordinariat für Mineralogie und Geologie in Gießen am 1. Oktober 1920 in ein Ordinariat für Geologie und Paläontologie umgewandelt. Auf dasselbe wurde der etatsmäßige außerordentliche Professor für Stratigraphie und Paläontologie Dr. **Harrassowitz** in Gießen berufen. Als außerordentlicher Professor für Mineralogie und Petrographie wurde der Privatdozent Dr. **Schneiderhöhn** in Frankfurt berufen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle und die Kristallstruktur.

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Das Gesetz der Aufwachsung der Kristalle habe ich in folgende Form gefaßt[1]: Jeder ungestört aufwachsende Kristall nimmt zu seiner Unterlage eine Gleichgewichtslage an, die durch seine Oberflächenenergie bestimmt wird.

Ich habe die Vermutung ausgesprochen[2], daß bei faserigen Kristallen die gesetzmäßige Lage der Faserachse zu einer einfachen rationalen Richtung des Raumgitters durch das Gesetz der Aufwachsung bedingt wird.

Als weitere Tatsachen, die diese Vermutung und damit das Gesetz der Aufwachsung der Kristalle zu bestätigen scheinen, erscheinen mir die genauen Messungen an parallelfaserigem Steinsalz und Gips, die R. Schmidt in seiner Arbeit über „Die Beschaffenheit und Entstehung parallelfaseriger Aggregate von Steinsalz und von Gips" (Diss. Halle 1911) niedergelegt hat. Das Ergebnis seiner Untersuchungen an parallelfaserigem Steinsalz faßt Schmidt in folgende Worte zusammen: „Beim parallelfaserigen Steinsalz ist die größere Anzahl der Fasern nach Richtungen gestreckt, die in der Würfelfläche liegen, im übrigen aber verschieden orientiert sind. Die kleinere Zahl der Fasern ist nach irgend einer außerhalb der Würfelfläche liegenden Richtung gestreckt." Ich möchte das Ergebnis der Untersuchungen Schmidt's am faserigen Steinsalz in folgender Form zusammenstellen: Unter 934 gemessenen Fasern waren gerichtet nach

einer 4zähligen	einer 3zähligen	einer 2zähligen Achse
196 = 21 %	13 = 1,5 %	235 = 25 %

Bei fast der Hälfte der gemessenen Fasern fiel also die Faserachse mit einer möglichst einfachen rationalen Richtung eines kubischen Raumgitters zusammen; d. h. fast die Hälfte der Kristalle war so aufgewachsen, daß eine möglichst einfache rationale Richtung des Raumgitters senkrecht zur Unterlage stand.

[1] Georg Kalb, Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage? Dies. Centralbl. 1920. p. 65.

[2] Georg Kalb, Beschaffenheit und Entstehung faseriger Kristalle. Erscheint in Kürze.

a)[1]	45°	44°	43°	42°	41°	40°	39°	38°	37°	36°	35°	34°	33°	32°	31°	30°	29°	28°	27°	26°	25°
b)	235	4	5	14	4	12	11	10	16	12	12	15	6	15	14	5	8	4	19	13	12
c)	45°			—		—	—	—	37°	—	—	34°		—	31°	—		—	27°		—
d)	(110) I	—	—	—	—	—	—	—	(430) IV	—	—	(320) III	—	—	(530) IV	—	—	—	(210) II	—	—
e)				39					61					55					56		
f)										183											

a)	24°	23°	22°	21°	20°	19°	18°	17°	16°	15°	14°	13°	12°	11°	10°	9°	8°	7°	6°	5°	4°	3°	2°	1°	0°
b)	14	10	16	10	7	13	25	6	10	8	10	0	1	10	3	0	6	4	0	1	0	0	0	0	196
c)	—	—	22°	—	—	—	18°	—	—	—	14°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d)	—	—	(520) IV	—	—	—	(310) III	—	—	—	(410) IV	—	—	—	—		—	—	—		—	—	—	—	(100) I
e)			57					62					24					11					0		
f)										182															

[1] a) Ganze Winkelgrade von 45° bis 0°, die die Faserachse mit einer Würfelkante bilden kann.
b) Anzahl der Fasern auf jeden gemessenen Grad.
c) Winkelwerte, welche die Normalen der unter d) angegebenen Flächen mit einer Würfelkante einschließen.
e) Anzahl der Fasern auf je fünf Grade (ohne 45° und 0°).
f) Anzahl der Fasern auf die Winkelwerte von 45°—27° und 27°—0° (ohne 45° und 0°).

Von den 934 untersuchten Fasern waren 790 (85 %) in einer Würfelfläche und 51 (5,5 %) in einer Rhombendodekaederfläche, also 90 % in einer Zonenebene (Würfel- oder Oktaederzonenebene) gestreckt; d. h. die Kristalle lagen so zur Unterlage, daß eine Zonenebene senkrecht zur Unterlage stand, bezw. eine Zonenachse in die Auflagefläche zu liegen kam.

Wir wollen noch die Messungen SCHMIDT's an den Steinsalzfasern, deren Achse in einer Würfelfläche angeordnet war, eingehender betrachten [1].

Es kann kein Zufall sein, daß

1. die Achsen der Fasern, deren Winkelwerte (Faserachse-Würfelkante) die größte Häufigkeit aufweisen, mit einfachen rationalen Richtungen des Raumgitters zusammenfallen;
2. Winkelwerte von 0^0 bis 6^0 nur einmal gemessen wurden;
3. die Zahl der Winkelwerte von 0^0 und 45^0 an gegen 27^0 hin stark anwächst;
4. sich die Winkelwerte ungefähr zu gleichen Teilen auf die Lage zwischen 45^0 und 27^0 und zwischen 27^0 und 0^0 verteilen.

Aus diesen Tatsachen kann man den Schluß ziehen, daß die g e s e t z m ä ß i g e A u f w a c h s u n g d e r K r i s t a l l e m i t d e r K r i s t a l l s t r u k t u r i m Z u s a m m e n h a n g s t e h t [2].

Es sei noch angeführt, was SCHMIDT über parallelfaserigen Gips auf Grund seiner Untersuchungen sagt: „Alle Fasern sind nach einer im Klinopinakoid liegenden Richtung gestreckt, und zwar zeigen feinfaserige Aggregate keine merkliche Abweichung von c. Aggregate mit gröberer Faserung zeigen um so größere Schwankungen innerhalb (010), je dicker die Fasern oder Stengel sind."

Ich möchte mir folgendes Bild über die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle machen: Der Kristall stellt sich zunächst mit einer wichtigen Zonenebene (Gips mit Klinopinakoid, Steinsalz mit Würfel- oder Rhombendodekaederfläche) senkrecht zur Unterlage; durch weitere Drehung in der Zonenebene kommt eine in der Zonenebene liegende wichtige Wachstumsrichtung in senkrechte Lage zur Unterlage.

[1] SCHMIDT hat Fasersteinsalz von 15 verschiedenen Fundpunkten untersucht. Die losgetrennten Fasern wurden in gesättigte Mutterlauge gebracht; nach einigen Tagen bildeten sich auf den Fasern würfelförmige Wachstumshügel; da sich die in einer Würfelfläche gestreckten Fasern mit einer Würfelfläche auf den Objektträger auflegten, konnte SCHMIDT durch Messung des Winkels zwischen der Faserachse und einer Würfelkante die genaue Lage der Faserachse zum Kristallgitter ermitteln (N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. I. -13-).

[2] Vgl. Fig. 26 in R. GROSS, Zur Theorie des Wachstums- und Lösungsvorganges kristalliner Materie. Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 35. p. 196. Leipzig 1918.

Über einen ferrettisierten Neogenschotter bei Ulm a. D.

Von **W. O. Dietrich** in Berlin.

Der Krieg hat um Ulm zahlreiche Aufschlüsse geschaffen [1], die großartigsten wohl auf dem oberen Eselsberg, wo die „laterisierte Moräne“ A. SAUER's [2] durch ein Netz von Gräben und durch tiefe Schächte angeschnitten ist. Diese Ablagerung, die als 8—10 m mächtige Geröllhaube in ca. 150 m Höhe über dem nächstgelegenen Donauspiegel den Berg eindeckt, ist bisher zum System der Blautalhöhenschotter der pliocänen Überdonau gestellt worden. Da A. SAUER's Ansichten darüber von den meinigen abweichen, sei mir das Wort verstattet.

Ich war mit E. HENNIG im Sommer 1919 erstaunt, dort oben einen fossilen Verwitterungsboden zu treffen, wie er bisher aus Württemberg noch nicht bekannt sein dürfte. Es handelt sich um einen intensiv rotgelb bis gelb gefärbten, hochgradig verwitterten, an Nährstoffen scheinbar verarmten Flußschotter, der an der Oberfläche einer raschen Entfärbung bezw. Bleichung von Gelb über Braun zu Grauweiß unterliegt. In der Tiefe ist die meist nicht einheitliche Farbe bald rotgelb, bald rot mit gelber oder grauer Flammung. Das Rot ist weniger hochrot als das des Laterits, die Eisenoxydhydrate sind hier also wasserreicher als dort (STREMME). Die rote Masse ist ferner etwas plastischer als Laterit gemeinhin zu sein pflegt, dabei aber eher sandiger als dieser („kratzig“ bei SAUER). Nirgends enthält sie auch nur e i n Bohnerzkügelchen oder gar Eisensteinkrusten; dadurch unterscheidet sie sich auch von den (am Eselsberg ebenfalls vorhandenen) aus Weißjurakalk hervorgegangenen Roterden. Der Sandgehalt der roten Masse besteht aus abgerollten und nichtabgerollten Quarzkörnern und Körnern zersetzter Silikate. Gemeinsam mit Laterit ist unserem roten Boden das Fehlen des Kalkes; nach den sonstigen Eigenschaften kann höchstens von einer „Lateritbildung gewissermaßen im Keime“ [3]

[1] Vgl. A. MOOS, Neue Aufschlüsse in den brackischen Tertiärschichten von Grimmelfingen. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. **71**. 270. 1915. — W. WENZ, Die Thalfinger Schichten der schwäbischen *Rugulosa*-Kalke und ihre Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Ver. N. F. **7**. p. 6. 1918.

[2] A. SAUER, Über die pliocänen Donauschotter (Dq der geol. Karte) des Eselsberges bei Ulm. Jahresh. **72**. 1916. (Vortrag.)

[3] H. FISCHER, Bodenkundliche Probleme in ihrer Bedeutung für die Geologie. Geol. Rundschau. **7**. p. 349. 1917. Dort Literatur über Laterit, Roterden, Ferretto usw. Ferner: H. STREMME, Die Entstehung des Laterites. Zeitschr. Ges. Erdkunde, Berlin. H. 2. 1917.

die Rede sein. Doch muß ich die bodenkundliche Untersuchung anderen überlassen und wende mich zu der petrographischen und geologischen Seite.

Die Geröllführung ist wechselnd; bald herrschen die Verwitterungsmassen, bald die Gerölle und Geschiebe vor, bald halten sich beide ungefähr die Wage und die Gerölle und Geschiebe sind dann scheinbar regellos verteilt (eingeknetet bei SAUER). SAUER hält die rote, rasch austrocknende und rissig werdende Masse für ein laterisiertes, g l a z i a l e s Zerreibungsprodukt; aber es unterliegt nicht dem Zweifel, daß sie das an Ort und Stelle entstandene Verwitterungsprodukt weitgehend aufgezehrter alter Flußschotter, vermengt mit deren ebenfalls verwittertem Sand- und Grandgehalt ist. Spuren von horizontaler Schichtung und Kreuzschichtung sind noch nachweisbar; die Gerölle haben Flußgeschiebeform und -eigenschaften: schöne Rundung, Glättung ohne Kritzen; abgeflachte oder keilförmige Geschiebe mit z. T. konkaven Flächen sind nicht selten; die aus dichtem Gestein bestehenden Geschiebe sind meist würfelig bis polyedrisch mit starker Verrundung der Kanten; die grobkörnigen Quarze weisen oft ellipsoidische Form auf. Die fluviatile Natur der Schotter kann auch nach der Verbreitung der übrigen Dq-Vorkommnisse gar nicht zweifelhaft sein. Fossilien sind weder in den geschiebefreien noch in den kiesigen oder gerölligen Teilen der Ablagerung zu finden. Nur in den Geschieben selbst kommen Versteinerungen vor (siehe unten). — Der G e s c h i e b e b e s t a n d läßt sich jetzt viel vollständiger übersehen als früher. Makroskopisch ist fast alles monomineralisches SiO_2-Geschiebe; polymineralische Geschiebe sind selten, insbesondere fehlen alle Tiefengesteine. Nur als große Seltenheit fand ich einige noch nicht gänzlich desaggregierte Reste solcher, vielleicht Granit. Von kristallinen Schiefern kommen nur noch gepreßte oder schiefrige Quarzgesteine mit Glimmer häufiger vor, auf deren alpinen Ursprung SAUER hinweist. Das derbe Quarzgeröll, das der Ablagerung den Namen gegeben hat, dürfte ebenfalls aus Gneis- und Phyllitmassiven herstammen; für die Herleitung aus den Konglomeraten des Buntsandsteins sind viele Gerölle zu groß. Auch diese Quarze sind gänzlich unfrisch, außen stark korrodiert und löcherig (Alkalien?), im Innern oft mit Bergkristallneubildungen; sie sind niemals weiß, sondern stets gelb umrindet, im Lager meist mit gelben „Ton“-häuten überzogen. Ergußgesteine sind nicht beobachtet. Die SiO_2-S e d i m e n t gesteine sind verschiedengradig metamorph; ihre mikroskopische Untersuchung bildet eine Arbeit für sich, die ich zwar früher schon in Angriff genommen, aber als mit den Um- und Neubildungsvorgängen in kieseligen Gesteinen wenig vertraut wieder liegen gelassen habe. Die folgende nach der Korngröße angeordnete Liste der 1919 gesammelten Gesteine dürfte sich noch vermehren und verbessern lassen.

1. Konglomeratische Arkose; Orthoklas kaolinisiert. Aus dem Stubensandstein? Selten.
2. Grobkörnige, mürbe bis zerreibliche Sandsteine, mit Quarz als einziger Komponente. Ursprünglich rot und weiß, jetzt verfärbt. entfärbt oder durch Eisen und Mangan neu gefärbt (= Buntsandstein, Stubensandstein).
3. Feinkörnige, nicht oder wenig gepreßte Quarzite von roter, brauner, blauer, grauer und weißer Farbe.
4. Kieselige, feinkörnige, dichte, dunkle Sandsteine mit Chalcedon, Carbonaten (hohle und erfüllte Rhomboeder) und grünen Zersetzungsprodukten der Silikate.
5. Porös-ockrige feinkörnige Sandsteine. Unfrischer Glimmer noch erhalten. Chloritische Mineralien. Farbe rot, braun, grau.
6. Chalcedonisiertes Gestein mit Quarz, verkieselten Rhomboedern, Erz.
7. Rote Radiolarite, die meist entfärbt, manganisiert und korrodiert sind. Kleine sind häufig, faustgroße aber schon selten. Daß sie tithonisch-neocomen Alters sind und aus dem mediterran-alpinen Bereich der Tethys herstammen, muß aus der Radiolarienfauna erst erwiesen werden, was eine Arbeit für sich ist. Ein Vergleichsschliff eines alpinen Radiolarits aus dem Illerbett zeigte andere Radiolarienformen.
8. Schwarze, carbonathaltige, z. T. oolithische Hornsteine. Die Ooide verquarzt, der Carbonatgehalt (winzige Rhomboeder) wechselnd, oft reichlich.

8a. Flaserige schwarzgrüne Hornsteine mit Augenstruktur.

9. Ausgelaugte, poröse Hornsteine, z. T. oolithisch. Hohlräume von Rhomboedern. Erz.
10. Gelbe und rote Hornsteine (z. T. Karneole) mit größeren Fossilien. Es fand sich die rechte Klappe eines kleinen Chlamys, den man ebensogut als jurassische wie als obercretacische Art auffassen kann. In grauen Hornsteinen unbestimmbare Reste von Mollusken.

    Die Deutung dieser Hornsteine (8—10) als aus dem germanischen Muschelkalk herstammend, läßt sich nicht mehr aufrecht erhalten. Obwohl Anklänge an die von Hohenstein veröffentlichten Schliffbilder von Hornsteinen des mittleren Muschelkalks am östlichen Schwarzwaldrand bestehen, konnten in den Eselsberghornsteinen keine Hyperamminen gefunden werden.
11. Entfärbte Achate oder achatartige Hornsteine.
12. Mürbe, weiße Feuerstein s p l i t t e r (? aus Weißjura ε und ζ).
13. Kieselskelette verzehrter Gesteine.

    Kieselhölzer und Opalkieselsäure wurde als Geschiebe nicht beobachtet.

Es ist jetzt überaus wahrscheinlich, daß in dem Eselsberger Schotter die alpine Komponente überwiegt über die Schwarzwälder

und einheimischen Geröllkomponenten; an einem gemengten Geröllbestand möchte ich bis zum Beweis des Gegenteils noch festhalten. Die genaue Herkunft der Gesteine bleibt noch zu ermitteln. — Durch die nahezu vollendete Resorption der Tiefengesteine und der kristallinen Schiefer, besonders der basischeren eisenreichen Glieder wie Gabbros, Diabase, Amphibolite usw., das Fehlen aller carbonatischen Sedimente (Radiolaritkalke!) und die daher bedingte Anhäufung aller SiO_2-Gesteine, unterscheidet sich der Eselsberger Schotter unbedingt von dem nahegelegenen Günzdeckenschotter, abgesehen davon, daß dieser nicht ferrettisiert ist; er unterscheidet sich durch den höheren Verwitterungsgrad auch von dem südalpinen Ferretto, mit dem er — bis auf die viel vollständigere Aufzehrung der Tiefengesteine — nach allem, was mir darüber bekannt geworden ist, die meisten Eigenschaften teilt. Es stehen jetzt vor allem noch Analysen dieses nordalpinen wie des südalpinen Ferrettos [1] aus. — Das Liegende des Schotters ließ sich in den Schächten nicht mehr beobachten; nach SAUER ist es ein „grünlichgrauer, glimmerführender Tertiärsand". Ob dieser der aquitanischen Süßwassermolasse (Oberoligocän) oder der marinen Molasse (der Burdigalstufe, Untermiocän) angehört, bleibt noch zu entscheiden. Ich möchte erwähnen, daß bei Grabungen im Fort des oberen Eselsberges (1886 und 1890) ein kleiner Rest der Meeresmolasse, wie sie bei Jungingen auf dem *Crepidostoma*-Kalk liegt, mit *Ostrea crassissima*, *Balanus* und *Pholas* (in Süßwasserkalken bohrend), über kreidigen Süßwasserkalken mit Säugetieren des Egginger—Haslacher Horizontes (= oberes Aquitan) getroffen wurde. Wir haben also auf dem oberen Eselsberg die Kieselschotter anscheinend in derselben engen Verknüpfung mit dem ‚Marin', wie überall im Ulmer Gebiet (Ermingen, Grimmelfingen, Markbronn—Dietingen usw.). Da unsere marinen Sande und Muschelsandsteine niemals ferrettisiert sind, ist hier der Beweis gegeben, daß beide Bildungen, Quarzschotter und Meeresmolasse, verschiedene Ablagerungen sind. Hinzufügen läßt sich noch, daß in dem Kieselschotter die Kugelform mariner Strandgerölle sich nicht findet, womit auch die Annahme, es könne sich um Strandgerölle des Vindobon (der zweiten Mediterranstufe) handeln, abgetan ist. Und daß der Schotter nicht das (auf dem Eselsberg fehlende) brackische Mittelmiocän (das Äquivalent der Grunder

[1] Es kommt besonders auf das Verhältnis der Kieselsäure zu Tonerdehydrat oder von Ton zu Bauxit in dem feinsten, von mechanischen Quarzbeimengungen befreiten Schlämm-Anteil an. Optisch lassen sich die feinsten Bestandteile von tropischer Lateritmasse und unserer roten Masse nicht unterscheiden. Erwähnt sei übrigens noch die (wohl veraltete) Definition in PARONA's Lehrbuch der Geologie, wonach Ferretto ein durch Eisenoxyde gefärbter Ton ist, der aus der Verwitterung alter Alluvionen mit Eruptiv- und Sedimentgesteinen entstanden ist.

Schichten [1]) vertritt, geht aus dem ortsfremden Geschiebebestand und dem langen Transportweg, den er zurückgelegt haben muß, hervor: natürlich auch aus der Höhenlage, denn es ist ein vergebliches Bemühen, die brackischen Absätze oben auf der Alb, etwa über der Erminger Turritellenplatte, zu suchen. Unser ferrettisierter Schotter könnte also im Ulmer Gebiet obermiocän sein. Weiterhin dürfte jeder Versuch, ihn von den Hochsträß- und Blautalhöhenschottern abzutrennen, aussichtslos sein, schon allein wegen der gleichen Physiognomie jener; auch kann ich SAUER's Beobachtung, daß die Radiolarite in den Schotterhauben blautaleinwärts ebenfalls vorkommen, nur bestätigen, so für Markbronn—Dietingen.

Die Vorstellung „einer sehr alten Moräne" ist unhaltbar. In welchen Höhen müßte ein jungtertiärer Gletscher gelegen haben, dessen Moränen noch vor dem Diluvium ferrettisiert wurden! — Das Vorhandensein alpiner Gesteine erklärt sich einfach genug: Wir brauchen uns das heutige Flußsystem des Ulmer Gebiets nur um 150—190 m höher gelegen zu denken, so wird eine Ur-Iller über die von miocänen Sedimenten erfüllte oberschwäbische Senke hinweg [2] ihr Geschiebe mit der Ur-Donau in ähnlicher Weise mengen, wie es heutigentags geschieht. Da die Blautalhöhenschotter nicht rückläufig sind, sondern aus dem Gebirge heraus von ca. 720 m auf 610 m fallen, so muß die Mündung dieser Ur-Iller westlich der heutigen gelegen haben, denn eine Schiefstellung der Ulmer Alb nach Ablagerung des Schotters ist nicht zu erweisen. In der Riedlinger Gegend finden sich die Überdonau-Schotter wieder, so auf dem Emerberg, der eine ähnliche Haube trägt wie der Eselsberg. Es würde nicht überraschen, auch dort die Radiolarite und Ferretto zu finden [3]. Hier ist das Liegende der Kieselschotter *Sylvana*-Kalk, dessen genaueres obermiocänes Alter nicht näher bestimmt zu sein scheint. Für die Kieselschotter ergibt sich also als untere Altersgrenze jungobermiocän, als obere altpliocän, denn ihre Verwitterungsart (Ferrettisierung) fordert ein subtropisches Klima, wie es für unser Gebiet zu diesen Zeiten floristisch und faunistisch ja erwiesen ist. BRÄUHÄUSER [4], der über die Zeit und Bildungsmöglichkeit der roten Verwitterung und des Bohnerzes auf

[1] Über die Parallelisierung des schwäbischen Tertiärs haben F. KAUTSKY und Verf. in dies. Centralbl. p. 243—252 berichtet.

[2] Vgl. etwa das Profil 3 bei E. FRAAS, Die Tertiärbildungen am Albrand in der Ulmer Gegend. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 1911. p. 545.

[3] 1903/4 waren die Aufschlüsse gering und 1919 konnte ich den Emerberg nicht besuchen. F. SCHWARZ, Beschreibung des Tertiärs im Tautschbuch-Emerberggebiet. Diss. Tübingen 1913 bringt darüber nichts Neues. Weiter im Westen (Blumberg) werden von SCHALCH und GÖHRINGER Radiolarienhornsteine angegeben.

[4] M. BRÄUHÄUSER, Die Bohnerzbildung im Muschelkalkgebiet am oberen Neckar. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. **72**. 1916. p. 257.

der Alb anregend geschrieben hat, gibt an, daß die Roterdebildung bis in das Pliocän angedauert hat. Für J. WALTHER sind bekanntlich Laterit und Ferretto identische Bildungen und letzterer interglazial; aber beides ist bestritten. Für die STREMME'sche Auffassung des Laterits und wohl auch des Ferrettos als Untergrundhorizonte tropischer Waldböden könnte für unseren Fall angeführt werden, daß die tertiäre Landoberfläche bei Ulm, wo sie trocken lag, Wälder getragen hat, wie manche Landmollusken in den Süßwasserschichten beweisen (W. WENZ). Das Vorkommen auf dem oberen Eselsberg trägt heute keinen Wald, ob in historischer Zeit, darüber konnte ich nichts in Erfahrung bringen. Die anderen Kieselschottervorkommnisse, so die des Blautales, sind mit Laubwald bedeckt.

Die Vorgänge in den Alpen stehen mit dem Alter des Eselsbergschotters und der Anwesenheit des alpinen Gerölls und Geschiebes in Einklang: Die Alpenfaltung war im wesentlichen vorüber, die alpinen Decken an Ort und Stelle, wo sie heute sind, eingetroffen und der Abtragung ausgesetzt. Das war im Westen am Ende des Miocäns der Fall. Das Fehlen „exotischer" Gesteine in unserem roten Verwitterungsboden, z. B. der roten Granite und Granitporphyre, wie sie in der Meeresmolasse vorkommen [1], läßt sich durch die Verwitterung erklären; ich bin aber trotzdem überzeugt, daß der vindelizische Rücken zur Zeit des Absatzes der Überdonau-Schotter schon so tief versenkt war, daß seine Gesteine dazu nichts mehr beitragen konnten.

Berlin, Geol.-paläont. Institut der Universität, Oktober 1919.

Nachschrift. Über Radiolaritgerölle und das Vorkommen schwebender Carbonatrhomboeder in Kieselgesteinen siehe auch K. ANDRÉE, Verschiedene Beiträge zur Geologie von Canada. Schr. Ges. Beförd. ges. Naturwiss. Marburg. **13**. p. 441, 460. 1914. — Die große Bedeutung der pliocänen Schotterbildungen erhellt aus den inzwischen erschienenen Mitteilungen von A. BUXTORF und R. KOCH, Zur Frage der Pliocänbildungen im nordschweizerischen Juragebirge. Verh. Naturf. Ges. Basel. **31**. 1920. (5. 8. 20).

[1] Vgl. K. C. BERZ, Petrographisch-stratigraphische Studien im oberschwäbischen Molassegebiet. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. **71**. 1915. p. 333 ff.

Beitrag zum Nördlinger Ries-Problem.

Von Major a. D. Dr. **W. Kranz** in Stuttgart.

Mit 1 Textfigur.

I. Nachtrag zu R. Löffler's Literaturverzeichnis.

Seit Veröffentlichung des Literaturverzeichnisses über das Nördlinger Ries von R. Löffler in den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 1912, p. 151—154[1] erschien eine ziemliche Anzahl neuerer geologischer Abhandlungen hierüber, die nebst einigen weiteren älteren im folgenden aufgeführt seien[2]:

J. E. J. Walch, Lithologische Beobachtungen. 5. Von außerordentlich großen Belemniten. Aus dem Württembergischen und von Nördlingen. Der Naturforscher. 6. Halle 1775.

C. v. Caspers, Entdeckung des Feuerduftsteins (Traß) im Herzogtum Pfalz-Neuburg. Ingolstadt 1792 (Abdruck bei L. Auer, Donauwörth 1907).

M. Flurl, Uiber die Gebirgsformationen in den dermaligen Churpfalzbaierischen Staaten, vorgelesen bei der öffentl. Vers. der Churpfalzbaier. Akad. d. Wissensch. 28. 3. 1805, p. 73—75, 82.

(Anonymus), Inländischer Traß (im Ries). Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins in Bayern. 1824 (oder kurz vorher), p. 238.

A. Boué, Briefl. Mitteilung über eine Reise von Heidelberg nach Wien. Leonhardt's Taschenbuch f. d. gesamte Mineralogie. 23. Jg. II. Bd. 1829, p. 517 f.

Schübler, Basalte und Trapptuffe der Alb. Jahrb. f. Min., Geognos. und Geol. 1830, p. 78 f.

Kurr, Vulkanische Gebirgsarten aus dem Hegau, dem Ries etc. Med. Corr. d. Württ. ärztl. Vereins. IV. 1834, p. 77; Leonhardt's Jahrb. 1835, p. 51.

Hehl, Braunkohle von Wemdingen. N. Jahrb. f. Min. etc. 1834, p. 206 f.

[1] Berichtigungen zum Literaturverzeichnis 1912:
Zu 2. (Walz): erschien im Korr.-Bl. d. Württ. Landw. Ver. **N. F. 24** (nicht 44).
„ 3. (O. Fraas): erschien **1884** (nicht 1844).
„ 7. (Röthe): vgl. auch Schulprogramm Nördlingen. 1864.
„ 11., 15., 19., 23., 28., 51., 52., 63., 64., 65., 66., 69. wären aus der eigentlichen Riesliteratur auszuscheiden.
„ 60. (v. Ammon) außerdem: „Die Scheuerfläche von Weilheim in Schwaben."

[2] Prähistorische Literatur vgl. E. Fraas 1919, p. 12. — Über einige weitere Ries-Veröffentlichungen von Holzbaur und Sieber, Schoch konnte ich bis jetzt nichts Genaueres in Erfahrung bringen. Vgl. ferner Eck-Schütze, Literaturverzeichnis. Mitt. Bad. Geol. Landesanst. 1909, p. 219.

WALZ, Über die geognostischen Verhältnisse der Württ. Riesgegend. Korr. d. K. Württ. landw. Ver. N. F. XI. 1837. I, p. 66—71.

WENG und GUTH, Das Ries, wie es war und wie es ist. Nördlingen: 1. Heft ca. 1835, p. 5—11; 5. Heft 1837, p. 55—66.

WALZ, Einiges über die geognostischen Verhältnisse des Rieses. Korr. d. Württ. landw. Ver. N. F. XIII. 1838. I, p. 45—50.

FRICKHINGER, Tertiärer Süßwasserkalk aus dem Ries. BUCHNER's Repertor. d. Pharmazie. 3. II. 1849, p. 30.

A. FRICKHINGER, Botanische Skizzen aus dem östlichen Ries. Jahresber. d. Naturhist. Vereins. Augsburg 1860. Sonderabdr. p. 1—4.

C. DEFFNER, Die Lagerungsverhältnisse zwischen Schönbuch und Schurwald. Jahresh. Nat. Württ. 1861, p. 238 f.

v. QUENSTEDT, Das Steinheimer Becken. Jahresh. Nat. Württ. 1866. p. 125.

G. FEICHTINGER, Über den Traß aus dem Ries bei Nördlingen in Bayern. Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt. 1872, p. 141.

GUTBIER, Das Schwefelbad Wemding. München 1873.

F. SANDBERGER, Briefl. Mitteil. über das Ries. LEONHARDT's Jahrb. 1874. p. 173.

— Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. 1870—1875. p. 622—628.

H. FRICKHINGER, Wenneberg-Lava aus dem Ries. Verh. Würzb. Phys.-Med. Ges. N. F. VIII. 1875, p. 216—220.

— Das Dysodil im Ries. Verhandl. d. Würzburger Phys.-Med. Ges. N. F. VIII. 1875, p. 238—243.

F. A. ANGER, Mikroskopische Studien über klastische Gesteine. TSCHERMAK's Mineralog. Mitteil. 1875. 3, p. 173.

A. PENCK, Über Palagonit- und Basalttuffe. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1879, p. 562.

C. W. GÜMBEL, Geognost. Mitteil. a. d. Alpen. VII. Bemerkungen über einen *Belemnites giganteus* vom Nipf bei Bopfingen. Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss. Math.-Phys. Kl. München 1880. IV, p. 613.

O. FRAAS, Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. Stuttgart 1882. p. 161 f., 165 f.

F. SANDBERGER, Neue Beobachtungen im Ries. N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. I, p. 76—78.

H. FRICKHINGER, Die Brunnenwasser von Nördlingen im Ries. Ärztl. Intelligenzblatt (Münchener Medizinische Wochenschrift) 1884, No. 34 u. 35.

E. SUESS, Antlitz der Erde. I. 1885, p. 259 ff.

R. LEPSIUS, Geologie von Deutschland. 1887—1892, p. 489 ff., 586 f., 725 f.

C. O. HARZ, Über den Dysodil (vom Ries). Botan. Centralbl. 1889. 37, p. 39—43 (Sitzungsber. botan. Ver. München v. 10. 12. 1888).

A. FRICKHINGER, Der Ries-See. 36. Bericht d. Nat. Ver. f. Schwaben u. Neuburg. 1904, p. 83—101.

SIEBER, Fossile Süßwasser-Ostracoden aus Württemberg. Jahresh. Nat. Württ. 1905, p. 325.

W. Sieber, Der Kesseltal-Traß Bayerns als hydraulisches Mörtel-Material: bei L. Auer, Donauwörth, 1908.

L. Auer, Der Natur-Zement (Kesseltal-Traß). Donauwörth 1908.

W. Kranz, Geologische Probleme Süddeutschlands. Beilage der Münchener Neuesten Nachrichten vom 5. September 1908, No. 57, p. 532.

— Bemerkungen zur 7. Auflage der geologischen Übersichtskarte von Württemberg, Baden, Elsaß usw. nebst Erläuterungen von C. Regelmann. Dies. Centralbl. 1908, p. 611 f.

E. Suess, Antlitz der Erde. III, 2. 1909, p. 655 f.

W. Kranz, Weitere Bemerkungen zur geol. Übersichtskarte Südwestdeutschlands. 5. β, Ries. Dies. Centralbl. 1910, p. 518—524, 582—585.

— Das Nördlinger Riesproblem (I). Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N. F. I. H. 2. 1911, p. 32—35.

W. Branca und E. Fraas, Abwehr der Angriffe W. Kranz' gegen unsere, das vulkanische Ries bei Nördlingen betreffende Arbeiten. Dies. Centralbl. 1911, p. 450—457, 469—477.

H. Frickhinger, Gefäßkryptogamen- und Phanerogamen-Flora des Rieses, seiner Umgebung und des Hesselberges bei Wassertrüdingen; mit einer geologischen Karte. Nördlingen 1911 (C. H. Beck'sche Buchhandlung).

L. Reuter, Quell- und Grundwasser-Erschließungen. Geschäftsbericht des K. Bayer. Wasserversorgungsbüros für 1911. München 1912. p. 2 und 20.

R. Löffler, Die Zusammensetzung des Grundgebirges im Ries. Jahresh. Nat. Württ. 1912, p. 107—154 (vgl. oben).

H. Reck, Die morphologische Entwicklung der süddeutschen Schichtstufenlandschaft im Licht der Davis'schen Cyklus-Theorie. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1912, p. 173—184, Abschnitte Ries, Eger- und Wörnitztal.

C. H. Jooss, Vorläufige Mitteilung über eine vermutlich alttertiäre Schneckenfauna aus dem Ries. Dies. Centralbl. 1912, p. 88—91.

— Alttertiäre Land- und Süßwasserschnecken aus dem Ries. Jahresh. Nat. Württ. 1912, p. 159—174.

W. Kranz, Das Nördlinger Riesproblem. II. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N. F. II. H. 1. 1912, p. 54—65; III., ebenda N. F. III. H. 1. 1913, p. 79—86.

— Nachschrift zur Erwiderung an Herrn W. Branca. Dies. Centralbl. 1912, p. 411—413.

W. Branca, Müssen Intrusionen mit Aufpressung verbunden sein? Sitzungsber. K. Preuß. Akad. Wiss. 1912. XXXVIII, p. 707—735.

— Aufpressung und Explosion oder nur Explosion im vulkanischen Ries bei Nördlingen. Monatsber. Deutsch. Geol. Ges. 1913, p. 245—278.

— Ein Wort über die Ries-Hypothesen. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N. F. III. 1913, p. 87 f.

R. Löffler, Ergänzende Beiträge zur Kenntnis des Grundgebirges im Ries. Dies. Centralbl. 1913. No. 21.

W. Kranz, Aufpressung und Explosion oder nur Explosion im vulkanischen Ries bei Nördlingen und im Steinheimer Becken. Monatsber. Deutsch. Geol. Ges. 1914, p. 9—20.

D. Geyer, Die Mollusken der schwäbischen Kalktuffe. 24. Bei Aufhausen. Jahresh. Nat. Württ. 1915, p. 86 f., 114.

L. Krumbeck, Beiträge zur Geologie von Nordbayern. II. Über ortsfremde Malm-Dogger-Vorkommen im nördlichen Vorlande des Ries. Sitz.-Ber. d. Physikal.-Mediz. Sozietät in Erlangen. Bd. 48. 1916, p. 131—150.

E. Fraas, Begleitworte zu der geognost. Spezialkarte von Württemberg. 1 : 50 000. Atlasblatt Bopfingen. II. Auflage 1919, mit Nachwort von Ad. Sauer.

II. Neue Unterlagen zur Lösung des Problems.

Nach meinen letzten Veröffentlichungen über das Nördlinger Riesproblem (1913 und 1914) sind zwei für dies Thema wichtige Arbeiten erschienen: Von L. Krumbeck „Über ortsfremde Malm-Dogger-Vorkommen im nördlichen Vorlande des Ries", und von E. Fraas (posthum) die II. Auflage der Begleitworte zu Blatt Bopfingen, mit Nachwort von Ad. Sauer. Die tatsächlichen Feststellungen dieser Autoren nehme ich zugunsten meiner Sprengtheorie in Anspruch.

a) L. Krumbeck fielen „einige auf den geologischen Karten als isolierte Schollen von Malm verzeichnete Vorkommen" auf, welche „ohne Einschaltung der Schichten des oberen und mittleren Doggers, die man in Anbetracht der im Frankenjura herrschenden schwebenden Lagerung bestimmt erwarten sollte, unmittelbar den *Opalinus*-Schichten des unteren Doggers oder gar dem oberen Lias aufgesetzt zu sein scheinen." Es handelt sich um den Eiselberg NO Wassertrüdingen (Kuppe **504**[1] bzw. 502), den Türtelberg SO Wassertrüdingen (Kuppe **509** bzw. 507), und die Kuppe **464** (bzw. 462 bzw. 463,9) dicht östlich Auhausen. Am Eiselberg hat Krumbeck selbst Beobachtungen gemacht, seine Schlüsse hinsichtlich der beiden andern Vorkommen beruhen nur „auf der durch die Darstellung des Blattes Ansbach erweckten Vermutung, daß ihre Lagerungsverhältnisse denen am Eiselberg analog seien." Obwohl nun Türtelberg und Kuppe 464 dem Riesrand näher liegen und deshalb noch leichter mit der Riessprengung in Beziehung gebracht werden könnten als der Eiselberg, beschränke ich mich auf letzteren, weil über diesen allein Einzelbeobachtungen vorliegen.

Die Lagerung unter dem Eiselberg ist nach Krumbeck vom Keuper bis zu den *Opalinus*-Schichten im großen vollkommen regelmäßig. Die *Opalinus*-Schichten sind nicht in ihrer ganzen Mächtig-

[1] Die fettgedruckten Höhenzahlen entsprechen der bayerischen geologischen Karte Blatt Ansbach No. XVII, die übrigen Zahlen topographischen Blättern.

keit vorhanden, und auf der denudierten Oberfläche dieser Tone liegt ein Komplex von Schichten, der „aus regellos gelagerten Gesteinen von fast sämtlichen Zonen des Doggers besteht und nur darin einen Überrest der ursprünglichen regelmäßigen Lagerung erkennen läßt, daß zu oberst — jedoch gleichfalls nicht mehr im ursprünglichen Verbande — der Malm nebst jüngeren kontinentalen Bildungen angetroffen wird.“ Es fanden sich Brocken, zusammengesintert aus Trümmern verschiedener Doggerschichten, während die Malmgesteine verhältnismäßig besser im Verband geblieben zu sein scheinen. Einige Stufen des Doggers fehlen bis jetzt. Der sonst mächtige Doggersandstein ist nur durch einige Lesestücke vertreten, im ganzen liegt mittlerer Doggersandstein bis oberes Oxford (+ Albüberdeckung) in zerrüttetem Verband diskordant auf mittleren *Opalinus*-Schichten, nicht als geschlossene Masse, sondern als relativ dünne Decke, hauptsächlich am Westhang der Kuppe.

Ich könnte mir keine tatsächlichen Feststellungen am Eiselberg denken, die besser mit meiner Sprengtheorie übereinstimmten, als diese. Man kann ohne weiteres annehmen, daß bei der gewaltigen vulkanischen Kraftäußerung, wie sie die Sprengtheorie zur Voraussetzung hat, diese Dogger- und Malmreste etwa vom nördlichen Riesrand her aus ungefähr südlicher Richtung rund 10 km weit durch die Luft flogen und auf ihrer jetzigen Lagerstätte niederfielen. Keine einzige der beobachteten Tatsachen widerspricht dem, im Gegenteil, ein solcher Vorgang würde die Form und die Einzelheiten der regellosen Lagerung bestens erklären. Auch der Umstand, daß im ganzen der Dogger unten, der Malm oben liegengeblieben ist, steht damit in Einklang, wiewohl es auch umgekehrt sein könnte. Sogar die stärkere Zerrüttung des Doggers (gegenüber der des Malms) läßt sich so erklären, denn er prallte am schärfsten auf den *Opalinus*-Schichten auf und bildete dann gewissermaßen ein Polster für die hangenden Malmschichten. Krumbeck freilich hat wohl nicht an die Sprengtheorie gedacht und hält es für „von vornherein wahrscheinlich, daß es sich um einen etwa aus Osten erfolgten Transport ortsfremder Massen handelt, für den, wie die Verhältnisse liegen, als Ursache überhaupt nur ein Ereignis in Frage kommen kann, nämlich ein Bergschlipf, der selbst nach geologischem Zeitmaß ziemlich weit zurückliegt“; die Stirn des Hahnenkamms (NO vom Ries) soll damals noch erheblich weiter nach NW gereicht haben, an ihr lagerte die „Schlipfmasse“ (vertikal) rund 150 m höher als heute, und auf wenig geneigter Gleitbahn soll sie abgerutscht sein, vielleicht infolge von Erschütterungen bei der Riesbildung. Einige weitere Hypothesen sind aber erforderlich, um diese Bergschlipf-Annahme zu stützen, und alle weiteren Vermutungen hierüber werden dadurch noch unsicherer, als Krumbeck selbst (p. 143, 146 f.) schon zugibt; auch diese Hypothese kommt

letzten Endes wieder auf die Riesbildung zurück. Unmöglich ist KRUMBECK's Erklärung nicht, er hat sich dabei wohl hauptsächlich durch seine Beobachtungen an Rutschungen des Schloßbergs von Banz[1] leiten lassen, Rutschungen liegen ihm daher nahe, während ich in der unmittelbaren Wirkung der Riessprengung die Ursache auch dieser Erscheinung erblicke, ohne daß dabei weitere und unsicherere Hypothesen erforderlich würden. Jedenfalls ergibt sich: Als Ursache kann hier nicht nur ein Ereignis in Frage kommen, sondern mindestens zwei: Bergschlipf oder Riessprengung. Abrutschung von einem hypothetischen „Riesberg" scheidet aber bei diesem Vorkommen aus, weil dazu seine Entfernung vom Riesrand — rund 10 km — viel zu groß ist. M. E. erklärt der Sprengschuß aus dem Ries das Dogger- und Malm-Vorkommen auf dem Eiselberg am ungezwungensten.

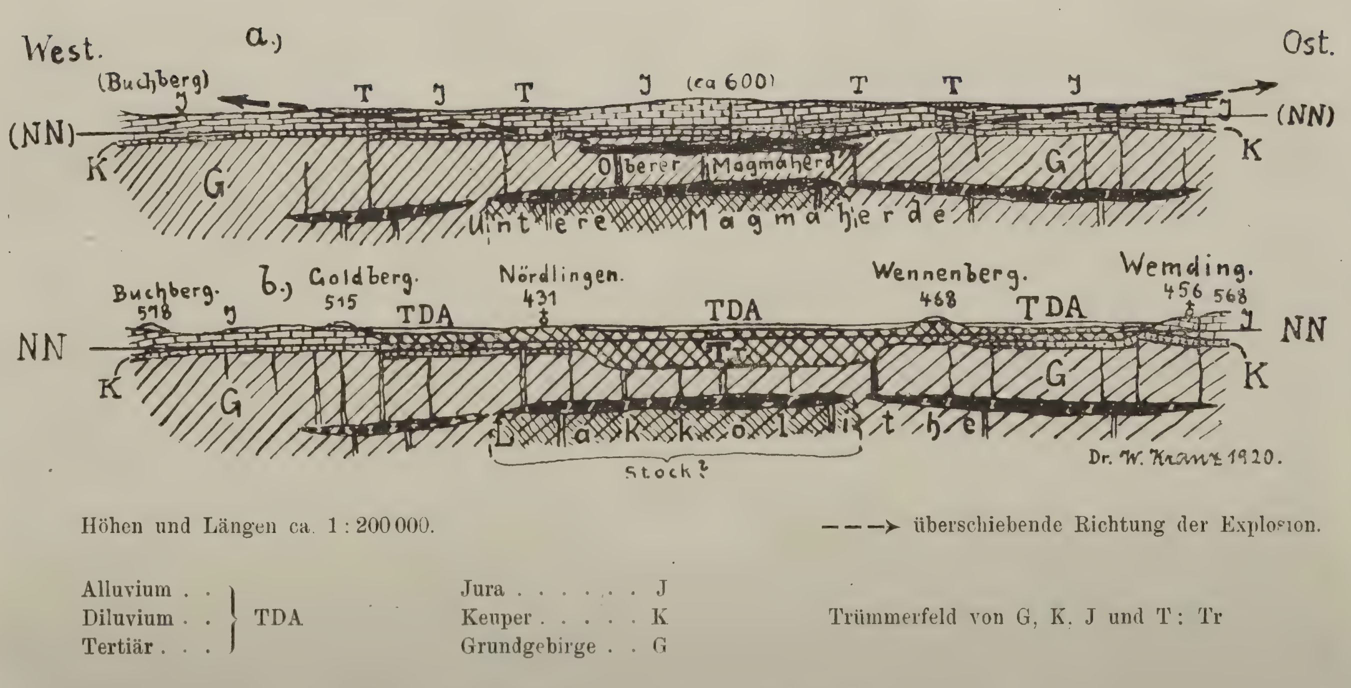
b) Viel wichtiger für die Lösung des Riesproblems ist die Feststellung von A. SAUER[2], daß es sich bei den glasigen Auswurfmassen der regional eingeschmolzenen Suevite des Ries um vulkanische Gläser mit zahlreichen Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen handelt, die auf Einwirkung von Wasserdampf bei der Eruption schließen lassen. „Also muß das zum Ausbruch gelangende Magma reichlich mit Wasserdampf durchtränkt gewesen sein." Man könnte sich vorstellen, „daß das Wasser erst kurz vor der Eruption zum Magma gelangte und zugleich dessen explosionsartigen Ausbruch bedingte, während die voraufgehende Einschmelzung und die sehr vollständige und gleichartige Vermischung des Magma mit zerspratztem kristallinem Nebengestein eine langandauernde Berührung des letzteren mit ersterem, oder mit andern Worten ein sehr langsames Aufsteigen dieses letzteren voraussetzt. Die dem Tuffe beigemengten Fetzen von Keuper und Juramaterial wurden dagegen erst im letzten Augenblick der Eruption mitgerissen, ohne von dem Schmelzfluß eingehüllt zu werden, und daher nur unerheblich von Hitzeeinwirkungen betroffen" (A. SAUER). Damit wäre also auf mineralogisch-petrographischem Wege bestätigt, was die Sprengtheorie voraussetzt[3]: Wasserdampf als treibendes Sprengmittel, Zudrang des Wassers zum

---

[1] H. LENK und L. KRUMBECK, Ältere und neuere Rutschungen am Schloßberg von Banz. Sitzungsber. Pys.-Med. Soziet. Erlangen. 43. 1911. p. 167—203.

[2] Begleitworte zu Blatt Bopfingen. 1919, p. 15 f., Anm. 3. Die für die Sprengtheorie wichtigsten Stellen von mir durch Sperrdruck hervorgehoben.

[3] Hiermit soll natürlich nicht behauptet werden, Herr Prof. Dr. SAUER stimme der Sprengtheorie in allen Punkten zu. Ich zitiere nur seine tatsächlichen Feststellungen und ziehe daraus meine eigenen Schlüsse hinsichtlich der Sprengtheorie.



Höhen und Längen ca. 1 : 200 000. ---→ überschiebende Richtung der Explosion.

Alluvium . . Diluvium . . Tertiär . . .	TDA	Jura . . . . . . J Keuper . . . . . K Grundgebirge . . G	Trümmerfeld von G, K, J und T: Tr

Das Ries, schematisch dargestellt.

a) (oben): kurz vor der großen obermiocänen Explosion (= Sprengung). b) (unten): jetzt.

Magma kurz vor der Explosion, und Lage der Magmaherde im kristallinen Grundgebirge, unterhalb der Grenzfläche zwischen Keuper und Granit usw. (vgl. die Abbildung, a). Damit hat Sauer auch die Annahme W. v. Knebel's [1] widerlegt, wonach bei der „extrusiven vulkanischen Tätigkeit im Ries" — im Gegensatz zu Branca's vorausgegangenen großen „Kontakt"-Explosionen — das in den Lava-Auswürflingen des Rieses eingeschlossene Wasser „wahrscheinlich ursprünglich im Magma selbst gelöst enthalten gewesen" sei, „bei dem allmählichen Erkalten desselben frei werdend". Nach Sauer verhalten sich dagegen in dieser Beziehung beide Phänomene gleich: Auch die suevitischen Nachschübe wurden durch vados zudringendes Wasser ausgelöst. Die langandauernde Berührung des Magmas mit dem Nebengestein und das langsame Aufsteigen des Magmas vor der großen Wasserdampf-Explosion legen wieder den Gedanken nahe, daß bei der regionalen Einschmelzung weder Volumenvermehrung noch -verminderung stattgefunden zu haben braucht. Auch nach Sauer's tatsächlichen Feststellungen wäre es also unnötig, eine lakkolithsche Aufpressung vor der großen zentralen Explosion, d. h. einen „Riesberg" anzunehmen. (Forts. folgt.)

Über das Fehlen des Rhät im brasilisch-uruguayischen Gondwanagebiet.

Von **K. Walther** in Montevideo.

Mit 2 Textfiguren.

In zwei unlängst erschienenen Arbeiten (*6*, p. 70, 71 und *7*, p. 385) habe ich darauf hingewiesen, daß in Uruguay ein Hiatus in der Schichtenfolge der Gondwanaformation anzunehmen ist. Ihm gemäß gelangt man überraschend schnell aus jungpermischen im westlichen Teile der Departemente Tacuarembó und Rivera anstehenden Bildungen in das jüngste Glied der ganzen Gondwanaformation, nämlich in die vermutlich [2] liassischen Serra Geral-Eruptiva der drei westlichen Departemente Paysandú, Salto und Artigas. Zum besseren Verständnis der vorliegenden Zeilen sei die tabellarische Übersicht der in Uruguay entwickelten Formationen aus *7*, p. 396 hier wiedergegeben (s. die folgende Seite).

[1] W. v. Knebel, Studien über die vulkanischen Phänomene im Nördlinger Ries. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **55**. 1903, p. 293. — Vgl. auch R. Oberdorfer, Die vulkanischen Tuffe des Ries bei Nördlingen. Jahresh. Nat. Württ. 1905, p. 13.

[2] Siehe hierüber weiter unten.

Uruguay (K. Walther 1919)		Südafrika (Broom u. a.)	Brasilien	(Oliveira 1918)	(I. White 1908)		
Dünen, Torfbildung, Absätze des La Plata usw.	Rezent						
Verschwemmter Lehm m. mar. Bänken (Neopampeano)	Pleistocän						
Brauner feiner lößartig. Pampaslehm (Mesopampeano)	Neogen						
Fluviomarine, örtlich entwickelte Einschaltung mit *Ostrea patagonica* (Paranástufe)	Miocän (Neogen)						
Rötlicher toniger Sand mit massigen großen Kalkknollen (Eopampeano?)	Neogen						
Hiatus							
Melaphyrdecken im Westen, Mandelsteine mit Achat, Amethyst usw.	? Lias ? —	Volcanic Beds — —		— ? — —	Serra Geral	São Bento	Sta. Catharinaformation (Carbon bis Trias)
Hiatus? — — — —	Rhät	Stormberg (Neokarru)	Trias			São Bento	
Wohlgeschichtete rote und weiße Sandsteine, oft kontaktmetamorphosiert	Trias	Beaufort (Mesokarru): Neo-	Trias	Botucatú	São Bento-Sandst.	São Bento	
Rote tonige Sandsteinschiefer mit Wellenfurchen und Limonitkonkretionen (C. Guazumambi)		Beaufort (Mesokarru): Neo-	Perm	Passa Dois	Rio do Rasto	São Bento	
Tonige und loskörnige, z. T. wohlgeschichtete Sandsteine, bunte sandige Schiefertone, Pelite mit Kalk- und Dolomiteinlagerungen, Stinkkalke, Kieselkonkretionen, verkieselte Hölzer	Neoperm	Beaufort (Mesokarru): Eo-	Perm	Passa Dois	Rocinha, Estrada Nova	Passa Dois	
Bituminös. Iratyschiefer mit *Mesosaurus brasiliensis*. Faserkalkbänkchen meist verkieselt, Kalklinsen			Perm	Passa Dois	Iraty	Passa Dois	
Wenig geschichtete Sandsteine, z. T. mit Konkretionen und Geölleinlagerungen			Perm	Tubarão	Palermo	Tubarão	
Ton- u. Quarzitschiefer mit Schmelzwasserabsätzen(?) und Gerölleinschwemmungen	Eoperm	Ekka (Eokarru)	Perm	Tubarão	Rio bonito	Tubarão	
Litorale grobklastische Bildungen und Sandsteine		Ekka (Eokarru)	Perm	Jtararé	Orleans- (Jaguaricatú- [Woodw.]) Konglomerat	Tubarão	
Diskordanz							
Kristalline Schiefer und sie durchsetzende (präpermische) Eruptivgest.	Präcambrium (und älter?)						

Neuerdings gemachte Beobachtungen unterstützen die angegebene Annahme, wie gleich geschildert werden soll. Zuvor muß jedoch auf eine kartenmäßige Darstellung brasilischer Gondwanaschichten hingewiesen werden, die auf den ersten Blick eine gute Bestätigung meiner Wahrnehmungen abzugeben scheint. Auf der großen geologischen Übersichtskarte Brasiliens in 1 : 5 000 000, die einer wichtigen neuen Arbeit J. C. Branner's (*2* [1]) beigegeben ist, gibt dieser um die Erforschung des Landes so verdiente Verfasser mit orangeroter Farbe mesozoische Eruptivgesteine „vorkretazischen“ Alters an. Er schließt in diese Gruppe sowohl die aus Brasilien bekannten Alkaligesteine „Nephelinsyenit, Foyait, Tinguait, Phonolith“ ein, als auch „Syenit, Trachyt, Gabbro“. Das Alter der erstgenannten Gruppe galt bislang als permisch [2]. Branner hat jedoch bereits an anderer Stelle (*1*, p. 336) unter Berufung auf O. A. Derby betont, daß den Vorkommen von Ipanema und Poços de Caldas (S. Paulo und Minas Geraes) ein nachpermisches Alter zukomme, das angenähert auch für gleichgeartete Gesteine von anderen Fundpunkten gelte (Jacupiranga und Ilha de S. Sebastião in S. Paulo [3], Cabo Frio, Serra de Tinguá und da Medanha im Staate Rio de Janeiro, Serra de Itatiaya und do Picú in Minas Geraes, sowie Pão de Azucar in Matto Grosso). Die gleiche Unsicherheit hinsichtlich des Alters wie hier dürfte bei der zweiten Gruppe herrschen (Trachyt und Rhyolith an der Küste des Staates Pernambuco [4] ferner Gabbro [5] [? Jacupirangit aus S. Paulo, s. oben]).

Unter den Angehörigen der dritten Gruppe der mit der gleichen Farbe wiedergegebenen Eruptivgesteine, d. h. den „Diabasen und Diabasbasalten“ verbergen sich vielleicht gangartige Spaltgebilde alter Eruptivgesteine oder stockförmig auftretende Angehörige der Gondwanaformation, während der letzte „Trapp“ genannte Typ die oben erwähnten Serra Geral-Effusivmassen bezeichnet. Aus dieser Zusammenfassung ganz verschiedenartiger Bildungen erklärt sich m. E. eine Stelle der Karte Branner's, die schon von vorneherein nicht leicht verständlich ist (s. Fig. 1).

Es sieht hiernach so aus, als ob eine nur 30—40 km breite zungenförmige Verlängerung der Serra Geral-Eruptiva wie ein Lavastrom sowohl das Untere wie Obere Perm — und zwar

[1] Mit reichlicher Literaturangabe nach den einzelnen Staaten der Republik geordnet.

[2] Nach F. v. Wolff (Der Vulkanismus. I, 1. p. 158. 1913) ist es carbonisch.

[3] Auf der Karte in *2* sind diese Vorkommen nicht eingetragen.

[4] Es handelt sich wohl um Alkaligesteine; nach O. A. Derby sollen sie mit dem Phonolith der Insel Fernando Noronha in Zusammenhang stehen.

[5] Siehe hierzu E. Rimann, Über Kimberlit und Alnöit in Brasilien. Tscherm. Min.-petr. Mitt. **33**. 1915. p. 244.

nach ihrer Aufrichtung — überdeckt habe und bis auf das „Archaicum" geflossen sei. Zugleich entnimmt man der Karte, daß genau südlich des Ortes Rio Negro ein Hiatus zwischen Unterperm und der Trias statthat. Hievon ist aber weder bei Woodworth (*9*, p. 17) noch bei Oliveira (*3*, p. 134), welche die Geologie der Strecke zwischen Rio Negro und Lages beschreiben,

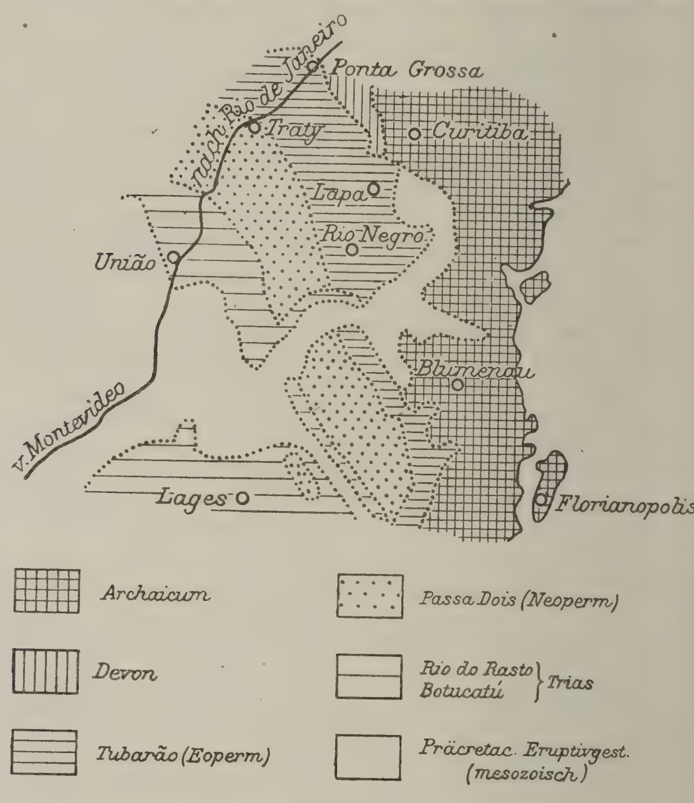


Fig. 1. Ausschnitt aus der geol. Karte von Brasilien von J. C. Branner. Maßstab 1 : 5 000 000 (2 cm = 100 km).

etwas zu finden. Auch die einer späteren Arbeit des letztgenannten Verfassers (*4*) beigegebene geologische Karte des Staates Paraná läßt von der Eruptivgesteinszunge nichts erkennen. Der auf dieser liegende Ort São Bento (bei Branner nicht angegeben) befindet sich bei Oliveira schon im Bereich des Grundgebirges.

Ähnlich wie in Sta. Catharina und Paraná liegen die Verhältnisse in Rio Grande do Sul, bei dem Orte Torres. Hier ist nur so viel sicher, daß der Serra Geral-Mandelstein

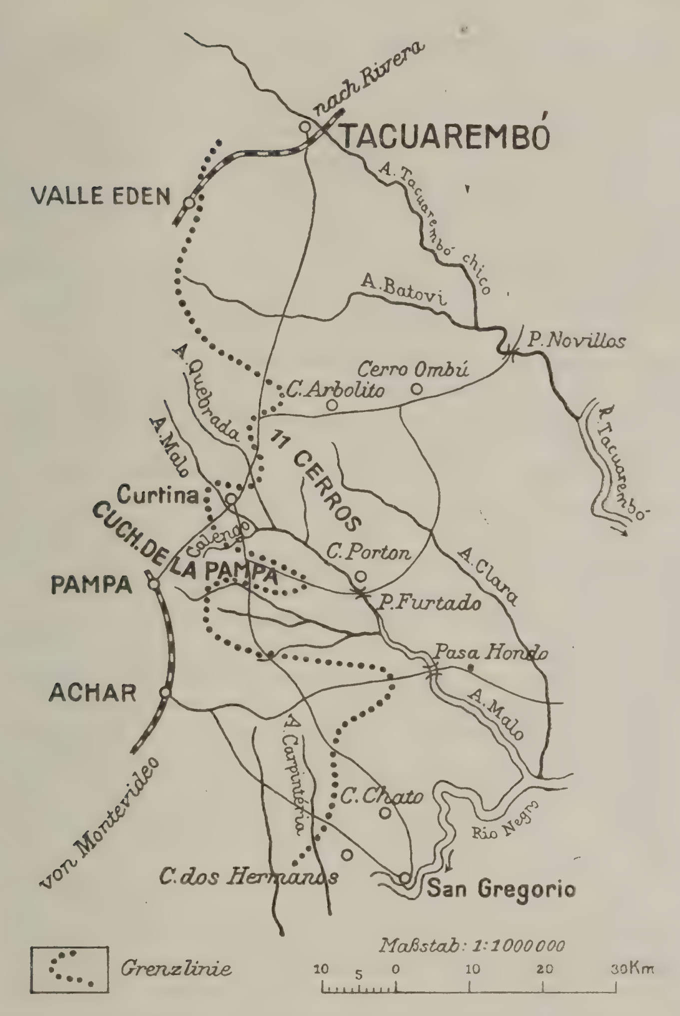


Fig. 2. Ostgrenze der Melaphyrdecken im Dep. Tacuarembó.

deckenförmig unmittelbar auf dem Rio do Rasto-Sandstein lagert[1]. Wir haben hier also ein erstes An-

[1] White (8, p. 217) schreibt hierüber: „... on the Atlantic coast at Torres, ... the red beds of the Rio do Rasto group occur a few feet above tide level directly beneath a great sheet of diabase much of which is amygdaloidal. ... Whether or not the Carboniferous (permish [Wa.]) beds underlie the sea at Torres on below the Rio do Rasto beds or whether the latter have here transgressed eastward and rest upon the granite, nothing but the drill can decide."

zeichen einer Schichtlücke im Liegenden der genannten Effusivgesteine.

Während es mir nun bis jetzt nicht möglich war, längs der Grenze zwischen Tubarão- und Passa Dois-Schichten (Perm) einerseits und den São Bento-Schichten (Trias) andererseits [1] ein Profil ausfindig zu machen, das über Fehlen oder Vorhandensein des angegebenen Hiatus hätte Aufschluß geben können, gelang es neuerdings, hierin Wandel zu schaffen (s. die Skizze Fig. 2 [2]).

Der eingangs erwähnten Lagerung der Gondwanaformation in Brasilien und Uruguay zufolge werden wir im östlichen Teile des Kärtchens die ältesten und im westlichen die jüngsten Bildungen antreffen. Längs des bedeutenden Rio Tacuarembó verhindern die ausgedehnten neozoischen Absätze jeden Einblick in die Gondwanaschichten. An seinem wichtigsten Nebenflusse, dem A. Tacuarembó chico (d. h. klein), und zwar an der Paso Novillos genannten Furt, treffen wir jedoch auf einen nach seiner petrographischen Beschaffenheit leicht erkennbaren Horizont, nämlich die jungpermischen Iratyschiefer, die hier vielfach von Eruptivstöcken durchbohrt werden. Aufsteigend gegen den Cerro Ombú nimmt der in seinen tieferen Teilen ebenflächige dunkle Schiefer eine charakteristische wulstige Absonderung an. Das Gestein (Estrada Nova-Schichten) ist sandiger und zeigt lebhaft bunte Farben. Geringmächtige kalkige und sandige Bänke schalten sich ein und der höchste Punkt der Anhöhe wird von einem mürben ursprünglich quarzitischen Sandstein gebildet. Er nimmt nach W an Verbreitung zu und setzt den Cerro Arbolito und die modellscharf gebauten schönen Tafelberge der Once (elf) Cerros zusammen. Ihr südlichster Vorposten ist der Cerro Portón, so genannt nach einem mächtigen Tor in der den Gipfel der Höhe schützenden Bank aus quarzitischem Sandstein. Von diesem Punkte aus war ich auf einer früheren Reise — an der SW-Flanke der 11 Cerros bei der Casa de Comercio von J. H. Cuadrado aufsteigend (*6*, p. 111) und dann auf der ebenen Hochfläche bleibend — gegen die Weggabelung Curtina—Tacuarembó und C.—Paso Novillos vorgedrungen. Beim Näherkommen an die höchste Stelle des Weges zwischen dem genannten Schnittpunkte und dem Wegübergange über den A. Batoví erscheint typischer geringmächtiger Botucatú-Sandstein in Wechsellagerung und überlagert von teilweise grobschlackigen Mandelsteindecken (Serra Geral-Eruptiva). Besseren Aufschluß über diesen Verband des letztgenannten Sandsteins mit den Effusivmassen erhält man im Süden bei San Gregorio am Rio Negro. Hier trägt der C. dos

[1] Siehe die Tafel Abb. 15 in *6*.

[2] Nach der „Spezialkarte von Sta. Catharina, Rio Grande und Uruguay" von Dr. R. Jannasch, 1912.

Hermanos, einer der schönen hier befindlichen Zeugenberge, über grobkonglomeratischem rotem Sandstein eine nur 30—40 cm starke Decke von Mandelstein, aber am Wege nach Achar nahe dem A. Carpintería befinden wir uns schon ganz im Bereich des jüngsten Gliedes der Gondwanaformation.

Am Anfange dieser Zeilen wurde darauf hingewiesen, daß es mehrerorts überrascht, zu beobachten, auf eine wie schmale Zone (bei horizontaler Schichtlagerung) der Botucatú-Sandstein und die Rio do Rasto-Schichten zusammengedrängt sind. Die Schwierigkeit, diese Verhältnisse aufzuklären, wird dadurch erhöht, daß bis jetzt der letztgenannte Horizont noch nicht mit Sicherheit im Westen des Landes nachgewiesen werden konnte (*6*, p. 124). Zweifellos ist er bei uns viel weniger mächtig als in Sta. Catharina, wo er nach White eine Mächtigkeit von 100 m erlangt. Dasselbe gilt für den darauffolgenden Botucatú-Sandstein (200 m bei White), der in der Gegend von Tacuarembó schätzungsweise 100 m Mächtigkeit erlangen mag. Weit hinter diesem Wert bleibt die oben angegebene Sandsteinzwischenlagerung am Wege von Curtina zum Übergang über den A. Batoví, so daß man auf den Gedanken kommt, daß vor dem Erguß der Serra Geral-Eruptiva eine beträchtliche Abtragung der Schichten im Liegenden erfolgt sein muß. Diese Vermutung, die auch weiter nördlich zwischen Tacuarembó und Rivera durch entsprechende Beobachtungen gestützt wird, verwandelt sich in Gewißheit, wenn wir den Weg vom Paso Furtado des A. Malo zur Höhe der Cuchilla de la Pampa und von dort nach Curtina einschlagen. Bald nach Überschreiten des Baches und Aufsteigen zur jenseitigen Höhe kreuzt man dieselben Sandsteine der Estrada Nova-Schichten, wie man sie am Hange des C. Portón beobachtet. Sie sind teils sehr loskörnig und dann stark verwittert, teils sehr fest und von quarzitischer Beschaffenheit. In letzterem Falle ist das Gestein deutlich diagonal geschichtet, während es sonst die gleichmäßig gute Schichtung zeigt, welche die tischförmige Berggestalt bedingt. Diese Sandsteine werden weiter westlich vielfach von kleinen Melaphyrstöcken durchbohrt und am Kontakt metamorphosiert.

Ein kleiner, aber auf längere Strecke sich deutlich abhebender, nur wenige Meter hoher tischförmiger Aufsatz zeigt violett-graue, stark verwitterte, von unzähligen Blasenräumen durchsetzte Melaphyrmassen, die sich noch weiter westlich zu Felsmassen übereinandertürmen: wir befinden uns im Bereiche der Melaphyr*decken*. Zum A. Calengo absteigend, finden wir unsere Wahrnehmung bestätigt, die dahin geht, daß hier *zwischen Estrada Nova-Schichten und Serra Geral-Eruptiven ein Hiatus besteht.*

Die Zeit, während der die Denudation der Schichten im Liegenden der letztgenannten Decken erfolgte, wird sich mit

völliger Sicherheit schwerlich jemals bestimmen lassen. Das Alter des Abtrags hängt ab von dem der Effusivgesteine und dieses wieder von demjenigen der Sandsteine, die im Staate São Paulo über ihnen lagern. Man rechnet diesen „Baurú-Sandstein" genannten Horizont zum Wealden (*2*, p. 221). Gesetzt, daß dem so sei, so würde also den Eruptivdecken in dem genannten Staate in der Tat ein vorkretazisches (liassisches?) Alter zukommen, das wir in Anbetracht des einfachen geologischen Grundbauplanes im südlichen Brasilien und in Uruguay wohl auch unseren Melaphyrdecken zuschreiben dürfen.

Wie in *6*, p. 70 auseinandergesetzt wurde, entspricht der im Liegenden der Serra Geral-Eruptiva befindliche Teil der São Bento-Schichten White's im wesentlichen der Unteren und Mittleren Trias. Nach Absatz dieser Sedimente fluviatilen und äolischen Ursprungs trat also eine Zeit der Aufarbeitung der letzthin gebildeten Schichten ein. Wie weit sich der Hiatus innerhalb der ost-südamerikanischen Gondwanaformation erstreckt, ist noch nachzuweisen. So viel ist bis jetzt wohl sicher, daß nichts auf das Vorhandensein rhätischer Bildungen im ganzen Gebiete deutet. Rio do Rasto- und São Bento-Schichten enthalten nichts von der Flora, die sowohl in Südafrika wie in Argentinien[1] das Rhät charakterisieren. Es ist bezeichnend, daß im Karrugebiet die rhätischen Molteno beds stellenweise fehlen (*5*, p. 29) und daß die darauffolgenden Red beds wie auch der Cave-sandstone starke Schwankungen der Mächtigkeit aufweisen — Erscheinungen, die mit der Fazies der Bildungen im Einklang stehen.

1. Branner, J. C.: Geología elementar. 2. Aufl. Rio de Janeiro und Paris (Aillaud) 1915. (Portug.)
2. — Outlines of the geol. of Brazil to accomp. the geol. map of Brazil. Bull. geol. Soc. America. **30**. 1919.
2a. Holdhaus, K.: Sobre alguns lamellibranchios fosseis do Sul do Brasil. Serv. geol. e min. do Brasil. II. Rio de Jan. 1919 (Portug. u. Engl.). Mit Anhang E. P. de Oliveira: Posicão estrat. dos lamellibr. descript. na memoria do Prof. Holdhaus. Ebenda. (Portug. u. Engl.)
3. Oliveira, E. P. de: Geología do Estado do Paraná. Boll. do Min. da Agric. Ind. e Comm. V, 1. Rio de Janeiro 1916.
4. — Regiões carboniferas dos Estados do Sul. Ministerio da Agric. Ind. e Comm. Rio de Janeiro 1918.
5. Du Toit, A. L.: The Zones of the Karroo Syst. and their distrib. Proceed. of the Geol. Soc. of S. Africa. 1908. p. 17.

[1] W. Schiller (Geol. Rundschau. **10**. p. 18. 1919) ist geneigt, das Vorhandensein des Rhät sowohl an der patagonischen Küste wie auch an den bekannten Stellen im westlichen Argentinien anzuzweifeln.

6. Walther, K.: Líneas fundamentales de la estructura geol. de la Rep. O. del Uruguay. Revista del Inst. de Agronomía, Segunda serie No. 3, 1918. Montevideo 1919.
7. — Über den gegenwärtigen Stand der geol. Erforschung der Rep. Uruguay. Zeitschr. d. deutsch. wiss. Ver. zur Kultur- u. Landeskunde Argentiniens. 5. Buenos Aires und Berlin 1919.
8. White, I. C.: Relatorio Final da Comm. de Estudos das Minas de Carvão de pedra do Brazil. Rio de Janeiro 1908. (Engl. u. Portug.)
9. Woodworth, J. B.: Geological Exped. to Brazil and Chile. Bull. of the Mus. of comp. Zool. at Harvard Coll. 51, 1, 1912.

Über sogenannte Mortoniceraten des Gault.

Von **Carl Stieler** in Berlin.

Mit 9 Textfiguren.

In einer 1918 fertiggestellten, aber durch die Ungunst der Zeiten noch unveröffentlichten Arbeit „Über Gault- und Cenomanammoniten aus dem Cenoman des Cap Blanc Nez, mit besonderer Berücksichtigung der Gattung *Schloenbachia* Neum.“ kam ich zu Ergebnissen, die im folgenden in aller Kürze dargestellt werden sollen. Weiterarbeit am Material des Geol.-Paläont. Instituts und Museums der Universität Berlin in dieser Richtung ergab noch einiges Neue, das der genannten Arbeit[1] nunmehr vorausgeschickt wird.

Neumayr faßte unter dem Namen *Schloenbachia* fast alle gekielten Kreideammoniten zusammen. Die Heterogenität dieser Gattung wurde jedoch bald erkannt, immer neue Gattungen wurden abgespalten. Nach dem Vorschlag von Douvillé[2], dem ich mich anschließe, umfaßt sie nur noch *Amm. varians* Sow. mit den diesem nahestehenden Arten, fast ausschließlich des Cenoman. Er erkannte auch, daß Gattung *Schloenbachia* s. s. nicht aus den gekielten Gaultammoniten hervorgegangen ist. Für die letzteren bürgerte sich dann durch, wie ich nachweisen konnte, mißverstandene Zitate der Name *Mortoniceras* Meek ein. Dieser ist nach Pervinquière[3] für Gaultarten unangebracht: durch Cenoman und Turon fehlt jede

[1] sie wird im folgenden unter: Stieler unveröff. angeführt. Mit ihr wird ein ausführliches Literaturverzeichnis veröffentlicht werden, so daß hier nur die wichtigsten Arbeiten angeführt werden. Artenverzeichnis mit Quellenangabe siehe am Schluß vorliegender Arbeit.

[2] Sur la classification des Cératites de la Craie, p. 290. Bull. Soc. Géol. France. 3. Serie. 18. Paris 1890.

[3] Sur quelques Ammonites du Crétacé Algerien, p. 63. Mém. Soc. Géol. France. Paléont. Mém. No. 42. Paris 1910.

genetische Verbindung der sog. Mortoniceraten des Gault mit den echten Mortoniceraten, deren Typus die Emscherart *texanum* Roem. ist. Daß man die Spuren der gekielten Arten des unteren Neocom durch Barrémien, Aptien und einen Teil des Albien verliert, erwähnt Jacob[1]. Da die gekielten Gaultammoniten sich außerdem morphologisch in wesentlichen Punkten von den gekielten Arten des unteren Neocom wie der Oberkreide unterscheiden, stellen sie eine isolierte Gruppe dar, und es erscheint angebracht, für sie nur Gattungsnamen zu gebrauchen, die dieser Sonderstellung gerecht werden.

Die Gruppe der gekielten Gaultammoniten beginnt, nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse, in Europa plötzlich in der Zone des *Hoplites dentatus* mit *Amm. Roissyanus* d'Orb., und endet nachkommenlos, nachdem in der Zwischenzeit eine Anzahl gekielter Arten aufgetreten und wieder verschwunden ist, an der Grenze Vraconnien—Cenoman mit *Amm. inflatus* Sow. Sind die beiden hervorgehobenen Arten nun genetisch verbunden, und wenn ja, stellen die zeitlich zwischen ihnen liegenden Arten nur die Bindeglieder dar oder spalten sich Seitenäste ab?

Vergleicht man *Amm. Roissyanus* d'Orb. mit *inflatus* Sow., so findet sich außer der Tatsache, daß beide Arten gekielt und berippt sind, kaum etwas, was auf eine Verwandtschaft hinweisen würde. Daher wurde *Roissyanus* zum Typus einer Gattung *Oxytropidoceras*, *inflatus* zu dem einer anderen, *Inflaticeras*, gemacht[2]. Auf eingehende Gattungsdiagnosen kann an dieser Stelle verzichtet werden, hier sind nur die Merkmale hervorzuheben, die die beiden Gattungen unterscheiden. Als wesentlichstes Unterscheidungsmerkmal ist die Lobenlinie zu verwenden.

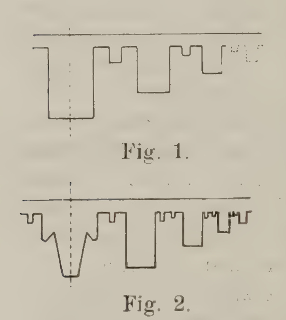


Fig. 1.

Fig. 2.

Die Lobenlinie von *Inflaticeras* ist außerordentlich starr. Die Verbindungslinie der höchsten Punkte der Sättel ist fast immer eine Gerade. Schematisch (Fig. 1) läßt sich die Lobenlinie in eine Reihe von Rechtecken zerlegen, in die Sättel und Loben sich zwanglos einfügen. Wo die Verbindungslinie keine Gerade darstellt, sondern in ihrem letzten Ende abfällt (bei manchen Stücken von *Bouchardianum* d'Orb.) bleibt wenigstens die Rechteckform der

[1] Études paléont. et strat. sur la partie moyenne des Terrains Crétacés dans les Alpes Françaises et les régions voisines. p. 387. Trav. du Laboratoire de Géol. de la Fac. des Sciences de l'Université de Grenoble. 8. Grenoble 1908.

[2] Stieler unveröff. Dort findet sich auch eine genaue Gattungsdiagnose von *Inflaticeras*.

Loben erhalten. Die Sättel sind durch je einen Nebenlobus in zwei gleiche Teile zerlegt, Hilfsloben sind nur bei einzelnen Arten vorhanden.

Nach dieser Erläuterung ist zu Fig. 2, dem Schema der Lobenlinie von *Oxytropidoceras*, nicht mehr viel nachzutragen. Dem Außenlobus läßt sich ein Trapez, kein Rechteck, umbeschreiben; der 1. Seitenlobus ist verhältnismäßig groß, der 2. bedeutend kleiner. Immer ist ein Hilfslobus, meist zwei, vorhanden: die Sättel sind durch je zwei Nebenloben in drei Teile zerlegt, der jeweils größere Nebenlobus liegt nach der Außenseite.

Äußerlich sind Oxytropidoceraten durch auffallend hohen und (besonders auf Steinkernen) scharfen Kiel gekennzeichnet. In fast allen Fällen leitet auch der Windungsquerschnitt; von dem bereits erwähnten Kiel abgesehen, ist er hochoval bis rund, selten queroval. Die Flanken sind also gewölbt, die Außenseite geht unmerklich in die Flanken über.

Inflaticeraten dagegen besitzen in der überwiegenden Mehrheit der Fälle abgeflachte Flanken, rechteckigen bis quadratischen, selten trapezförmigen Querschnitt. Die Außenseite hebt sich ± scharf von den Flanken ab. Der Kiel ist nicht sehr hoch und nicht sehr scharf.

Ohne Schwierigkeiten ließ sich nach den angegebenen Merkmalen der weitaus größte Teil der am Schluß dieser Ausführung genannten Arten auf die beiden Gattungen verteilen. Es verblieb jedoch ein kleiner Rest, für den dieses oder jenes Charakteristikum nicht zutrifft, und ganz besonders, es fanden sich Formen, die Merkmale beider Gattungen in sich vereinigen. Auf diese letzteren soll im folgenden näher eingegangen werden, sind in ihnen doch Übergangsformen von Oxytropidoceraten zu Inflaticeraten zu sehen. Für diese Annahme spricht auch, soweit dies geklärt ist, ihr zeitliches Auftreten[1]. In Europa scheinen um die Grenze der Zone des *Hoplites dentatus* mit der Zone des *Inflaticeras Hugardianum* die Oxytropidoceraten durch die Inflaticeraten ersetzt zu werden. Nachweisbar anders liegen die Verhältnisse in Südamerika[2], dort sind die Oxytropidoceraten konservativer, so daß sich noch solche zusammen mit *I. inflatum* finden.

Oxytropidoceras Roissyanum d'Orb. sp.

Jacob (a. a. O. p. 388) spricht in einer Anmerkung die Ansicht aus, es seien unter den gekielten Gaultammoniten zwei Gruppen zu unterscheiden: eine mit scharfen Rippen *(Roissyanum-Delaruei)*, und eine anderen Ursprungs mit geknoteten *(Hugardianum-inflatum)*.

---

[1] Jacob, a. a. O. Price, The Gault. London 1879. Jukes-Browne, The Gault and Upper Greensand of England. Mem. Geol. Surv. Un. Kingd. London 1900.

[2] diese Arbeit unter *Oxytropidoceras Karsteni*.

Schlagintweit [1] unterwirft dann *Roissyanum* d'Orb. einer eingehenden Untersuchung, wobei er feststellt, daß die genannte Art „nicht unbeträchtlich zwischen höher- und niedrigmündigeren Formen variiert". An dieser Stelle erscheinen einige theoretische Erörterungen am Platz.

Das mir zur Verfügung stehende Material von *Oxytropidoceras Roissyanum* verbietet, wie dies mit fast allem Sammlungsmaterial der Fall ist, Untersuchungen im Sinn Wedekind's [2]. Es erübrigt sich daher, auf einige, dieser Untersuchungsmethode entgegenstehende theoretische Bedenken an dieser Stelle einzugehen. Es bleibt nur die Möglichkeit, die Stücke nach ihrem Habitus zu ordnen, und gefühlsmäßig als „Art" zu bezeichnen, was sich um einen Mittelwert gruppiert. Im übrigen ist auch eine Form, die diesem Mittelwert sehr nahe steht, von d'Orbigny als Arttypus beschrieben worden. Abweicher in der einen Richtung trennte er später als *Amm. Mirapelianus* ab, Abweicher in der anderen hat Steinmann als var. *multifida* beschrieben (wozu allerdings noch ein Spezialcharakter tritt, s. spätere Bemerkung). Im folgenden wird also für eine weite Fassung des Artbegriffs eingetreten, und der Ausdruck „Varietät" in rein morphologischem Sinn gebraucht werden.

Nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse ist man bei *Roissyanum* zu einer weiten Fassung des Artbegriffs um so mehr berechtigt, als die Lobenlinien, auch der extremsten Abweicher, nach dem Bauplan wie der Anzahl der Hilfsloben (2) durchaus gleichartig sind. Gibt man also zu, daß *Roissyanum* sowohl Exemplare mit hochovalem wie einfach ovalem Querschnitt umfaßt, so ist eine Reihe von Beziehungen festzustellen:

Je hochmündiger das Stück, desto eng-, je niedermündiger desto weitnabliger ist es.

Man ist im allgemeinen gewöhnt, die Berippung eines Ammoniten derart zu schildern, daß man als Ursprungsgebiet für eine Rippe die Nabelregion ansieht, und dann von einer Verbreiterung derselben gegen die Außenseite, von Rippengabelung, oder dem Auftreten von Schaltrippen spricht. In dieser Betrachtungsweise liegt ein Fehler. Darüber wird ausführlich in einer folgenden Arbeit die Rede sein, wie auch über die Beziehungen zwischen Rippen und Anwachslinien. Hier sei nur kurz auf folgendes hingewiesen: Beobachtung an Schalen spiral gewachsener Tetrabranchiaten zeigt, daß, von der Bauchseite aus betrachtet, einzelne Anwachslinien (schmalste Streifchen) in verschiedener Höhe auf den Flanken enden, indem sie gegen den Nabel auskeilen. Das Tier

[1] Die Fauna des Vracon und Cenoman in Peru, p. 64 ff. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIII. Stuttgart 1912.

[2] Wedekind, Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Berlin 1916.

baut, um in der normalen Spirale zu wachsen, in derselben Zeit in der Bauchregion ein erheblich breiteres Stück Schale als in der Nabelregion. Der Bau erfolgt also in normalen Fällen in der Bauchregion ± stetig, und nur, damit die Nabelregion gleichen Schritt mit der Außenregion hält, erreichen einzelne Anwachslinien die Nabelnaht. Je hochmündiger das Individium (hier sei nur *Roissyanum* betrachtet), desto mehr verschiebt sich das Verhältnis derart, daß eine immer kleinere Anzahl Anwachslinien die Nabelnaht erreicht. Diesem Bauplan folgt auch die Berippung. Aus, wie es scheint, mechanischen Gründen der Festigkeit legt das Tier unterhalb des Kiels seine Schale in Wellen an (Prinzip des Wellblechs). Durchaus den Forderungen der Mechanik entspricht, daß nach dem einmal angelegten Schema der Flankenraum durch die Berippung möglichst gleichmäßig gefüllt wird (nach Cloos: die Maschenweite des Skulpturgitters gewahrt bleibt [1]). Dazu hat das Tier drei Möglichkeiten:

1. Die an der Bauchseite entstehenden Rippen setzen, sich nur verschmälernd, über die Flanken, und enden, jede für sich, in der Nabelregion.
2. In einer bestimmten Höhe der Flanken fließen mehrere Rippen zusammen (Rippengabelung) oder aber einzelne Rippen verschwinden (Schaltrippen).
3. Beide Möglichkeiten kombinieren sich.

Bei den niedermündigen Formen, bei denen ein Stück der Außenseite nicht sehr viel länger ist als das entsprechende Stück Nabelkante, vermag das Tier Weg 1 zu gehen. Je hochmündiger aber die Form ist, desto mehr müßten sich die Rippen in dem unteren Flankenraum aneinander drängen. Solche immer engere Wellung der Schale ist aber mechanisch gar nicht erforderlich,

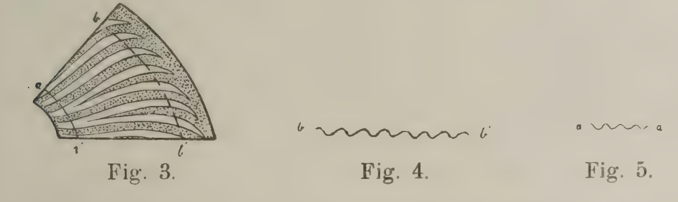


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

sie bedeutet nur Verschwendung von Schalensubstanz. Es ist nur erforderlich, daß die Maschenweite des Skulpturgitters gewahrt bleibt. Zur Veranschaulichung möge Fig. 3—5 dienen. Einem mir vorliegenden Steinkern wurde die Berippung etwas schematisiert abgezeichnet, und zwei Schnitte aa′ und bb′ gelegt, die dann aufgerollt wurden. Fig. 4 und 5 zeigt, wie das Tier die ihm in mechanischer Hinsicht gestellte Aufgabe löst.

[1] Cloos, Doggerammoniten aus den Molukken, p. 30. Stuttgart 1916.

So gehen denn die Mittelformen von *Roissyanum* Weg 3, die hochmündigsten Weg 2, die niedermündigen Weg 1. Ohne Rücksicht auf die Rippenschwingung wurden unter diesen Gesichtspunkten die schematischen Fig. 6 und 7 angefertigt. Nach der Benennung von Schlagintweit (a. a. O.) entspricht Fig. 6 var. *Mirapeliana*, Fig. 7 var. *multifida*. Um den Spezialcharakter dieser Varietät zu



Fig. 6.



Fig. 7.

betonen, wurden die Rippenzwischenräume sehr schmal gezeichnet. Es gibt aber auch im Querschnitt gleiche, ja noch höhermündige Formen, bei denen die Rippenbreite die der Zwischenräume nicht derart übertrifft. Sie werden im folgenden als „hochmündige Formen nahe der var. *multifida*" bezeichnet.

In den weitnabligen Formen von *Oxytropidoceras Roissyanum* mit einfach ovalem Querschnitt und keulenförmigen einfachen Rippen ist die Fortsetzung des Stamms zu sehen. Sie leiten über zu

Oxytropidoceras Delaruei d'Orb. sp.

Die nahe Verwandtschaft *Roissyanum-Delaruei* wurde bereits von Jacob (a. a. O.) erkannt, ich möchte diese Annahme aber auch begründen. Dazu sei erstlich auf die auffallende Tatsache hingewiesen, die schon d'Orbigny [1] feststellt, daß die stark gekielte Art in der Jugend bedeutend hochmündiger, und damit auch engnabliger ist als im Alter, wie denn überhaupt die älteren Windungen sehr stark an *Roissyanum* erinnern. Mit zunehmendem Alter wird aber die Schale immer aufgeblasener, der Querschnitt immer mehr kreisrund (extrem sogar queroval) mit breiterer Bauchseite. Die keulenförmigen Rippen erinnern noch sehr an die der weitnabligen Formen von *Roissyanum*. Rippengabelung tritt, wenn auch selten, hin und wieder nahe dem Nabelrand ein. Die Lobenlinie zeigt noch die Charaktere der Gattung, wenn auch der Außenlobus sich bereits der Rechteckform, die für *Inflaticeras* bezeichnend ist, nähert. Nun kommt aber eine Neuerwerbung dazu: die in regelmäßiger Wiederkehr sich einstellenden verstärkten Rippen, die viele, aber nicht alle Exemplare zeigen, die zu *Delaruei* gerechnet werden müssen [2]. Die Deutung dieser verstärkten Rippen soll einer folgenden Arbeit vorbehalten bleiben.

[1] Paléont. Française. Terr. Crét. p. 297.

[2] Solche Formen nennt Pictet *Amm. Colladoni*. Doch ist dieser Name höchstens als Varietätsbezeichnung beizubehalten, denn nicht nur

Inflaticeras cristatum Deluc sp.

Der Überleitung *Delaruei-cristatum* seien ausführlichere Worte gewidmet, da, wie bereits erwähnt, Jacob verschiedenen Ursprung dieser beiden Arten annimmt. Ich sehe im Gegenteil soviel verbindendes, daß es bei einzelnen Stücken Auffassungssache ist, zu welcher Art, und damit auch zu welcher Gattung sie zu stellen sind. Oben wurden die Gründe angegeben, die zur Aufstellung von zwei Gattungen Veranlassung gaben; finden sich Übergangsformen, so muß ein gewaltsamer Schnitt in Kauf genommen werden. Die verstärkten Rippen, die bei den typischen Stücken von *cristatum* eine so bezeichnende Form besitzen, finden sich in dieser Ausbildung durchaus nicht bei allen Stücken, die aus den später genannten Gründen zu *cristatum* gerechnet werden müssen. Einerseits treten bei manchen die verstärkten Rippen überhaupt kaum in Erscheinung; solche Stücke gemahnen oft stark an *Bouchardianum*, andererseits finden sie sich nicht selten in einer Ausbildung, die sehr an *Delaruei* erinnert. Auf die verstärkten Rippen allein ist die Art also nicht zu gründen. Querschnitt und Lobenlinie müssen mit in Betracht gezogen werden. Der Querschnitt von *cristatum* ist annähernd kreisrund, mindestens sind die Flanken stark gewölbt, während sie bei *Bouchardianum* mehr abgeflacht sind. Die Wölbung der Flanken erinnert noch an *Delaruei*, die Lobenlinie dagegen ist schon die der Inflaticeraten. Und doch gibt es Exemplare, Pictet[1] bildet ein solches ab, die wegen ihrer Berippung unzweifelhaft zu *cristatum* gestellt werden müssen, bei denen aber speziell der Außensattel noch in drei Teile geteilt ist. Wie wertvoll es wäre, ontogenetisch zu verfolgen, wie die Teilung des Außensattels entsteht, und ob und wie aus der Dreiteilung Zweiteilung wird (was phylogenetisch m. E. feststeht), braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Leider erlaubt das mir zur Verfügung stehende Material diese Untersuchung nicht. In der Berippung bietet *cristatum* gegenüber *Delaruei* nichts wesentlich Neues. Rippengabelung nahe dem Nabelrand tritt häufiger ein, was zu *Bouchardianum* überleitet; über die eigenartige Ausbildung der verstärkten Rippen, besonders auch über die Gabelung, die diese zeigen, wird anderen Orts gesprochen werden.

Inflaticeras Bouchardianum d'Orb. sp.
" *inflatum* Sow. sp. (= *rostratum* Sow. sp.)

Die Überleitung zu diesen Arten kann mit wenigen Worten abgemacht werden. Auch ihre Trennung ist nicht immer leicht, so deutlich sich die typischen Stücke auch unterscheiden. Während

hinsichtlich der verstärkten Rippen gibt es Übergänge, auch die von Pictet genannte Verschiedenheit der Jugendstadien ist nicht durchgängig vorhanden.

[1] Descr. Moll. foss. grès verts. ... Taf. 8 Fig. 2. Genf 1847.

Bouchardianum als Neuerwerbung Nabelknoten besitzt, treten bei *inflatum* noch Bauchknoten dazu, ja auch das zwischen beiden gelegene Rippenstück nimmt häufig den Charakter eines Knotens an. Gabelrippen sind bei beiden Arten die Regel, nur im Alter des Individuums stellen sich Einzelrippen häufiger oder ausschließlich ein. Bei *inflatum* verliert sich die bis dahin phylogenetisch zu verfolgende S-förmige Schwingung der Rippen, im Grenzfall werden sie gerade. Bei manchen Exemplaren von *Bouchardianum* fällt, wie schon eingangs erwähnt, die Lobenlinie in ihrem letzten Ende ab. Diese Erscheinung scheint nur innerhalb dieser Art vorzukommen, findet sich aber nicht bei allen Formen, die zu *Bouchardianum* gestellt werden müssen. Zu erwähnen ist noch, daß als Seltenheit bei *Bouchardianum*, ja (ich kenne e i n solches Stück) auch bei *inflatum* verstärkte Rippen vorkommen. (Schluß folgt.)

Einige Anwendungen und Erweiterungen der Einbettungsmethode.

Von **K. Spangenberg** in Jena.

Mit 1 Textfigur.

Bei der Einbettungsmethode werden die Erscheinungen an der Grenze zweier farbloser Medien im Mikroskop zu relativen oder absoluten Bestimmungen ihres Lichtbrechungsvermögens benutzt. Die „quantitative Methode“ hat als Ziel die absolute Messung und erstrebt im allgemeinen als Kriterium ein Verschwinden der Abbildung der Grenze im homogenen Licht, während die „Töpler’sche Methode“ und die „Becke’sche Methode“ aus der Art von unter bestimmten Bedingungen an der Grenze auftretenden Lichterscheinungen zunächst nur eine qualitative Aussage über die Höhe der Brechungsexponenten der Komponenten ermöglichen. Die Töpler’sche Methode benutzt dabei als Kriterium eine ungleiche Beleuchtung zweier in bezug auf die Richtung von schief einfallendem Licht gegenüberliegender Grenzflächen bei s c h a r f e r Einstellung, während die Becke’sche Methode eine unsymmetrische Lichtverteilung an einer einzigen Grenzfläche, die sog. „Lichtlinie“, die durch Heben oder Senken des Tubus, also durch u n s c h a r f e Einstellung erzielt wird, zur Beurteilung des gegenseitigen Verhältnisses des Brechungsvermögens der Komponenten heranzieht. Ein allgemeiner Überblick über die Bedingungen, die auf Grund der Abbe’schen Theorie der sekundären Bildentstehung im Mikroskop für das theoretische oder praktisch vollkommene Verschwinden der Abbildung einer Grenze zweier farbloser Medien abgeleitet werden können (vgl. **21**, p. 11 u. ff.), läßt kurz zusammengefaßt folgendes erkennen.

Es zeigt sich, daß zur Wahrnehmung einer mikroskopischen Abbildung durch das normale Auge offenbar im allgemeinen eine Differenz von fast 0,001 im Lichtbrechungsvermögen der Komponenten vorhanden sein muß. Infolgedessen kann man in den Fällen, in denen der zentrale Strahl des Beleuchtungskegels nicht senkrecht zu einem Hauptvektor der Indexfläche eines nicht zu schwach doppelbrechenden Mediums einfällt, beobachten und berechnen, daß das Verschwinden der Abbildung unter Umständen unmöglich wird. Weiter läßt sich daraus auch die beobachtete Erscheinung ableiten, daß eine Abbildung einer Grenze eines anisotropen z. B. gegen ein isotropes Objekt, die bei zentraler Beleuchtung unter den gewählten Bedingungen nicht wahrgenommen werden konnte, bei einseitig schiefer Beleuchtung wieder sichtbar wird. Beobachtungen im weißen Licht unterscheiden sich von denen im homogenen Licht in den Fällen, wo die Dispersion der beiden Komponenten verschieden stark ist, bekanntlich dadurch, daß an der Grenze Farben auftreten. Diese müssen dann bei Betrachtung nach der Töpler'schen oder nach der Becke'schen Methode für Rot und Blau qualitativ entgegengesetzte Erscheinungen ergeben.

Ein kritischer Vergleich der Töpler'schen Methode mit der Becke'schen ergibt bei experimenteller Nachprüfung die Überlegenheit der Becke'schen Betrachtungsweise, die bei wesentlich geringeren Brechungsunterschieden noch einwandfreie qualitative Angaben gestattet, während die Töpler'sche infolge der schiefen Beleuchtung bei anisotropen Objekten aus den oben angedeuteten Gründen sogar zu irreleitenden Beobachtungen führen muß. Dem Zustandekommen und den Eigenschaften der Lichtlinie als dem Kriterium der Becke'schen Methode wurden daher eingehende Versuche gewidmet, deren Ergebnisse an anderer Stelle ausführlich veröffentlicht worden sind (**20** u. **21**). Für das Folgende ist nur notwendig, als Eigenschaften der eigentlichen Becke'schen Lichtlinie festzuhalten: Sobald die lediglich auf der Differenz der Brechungsindizes beruhende Abbildung der Grenze zweier farbloser Medien wahrgenommen werden kann, tritt auch die Lichtlinie bei geeigneter Beobachtung in Erscheinung. Ihre Breite ist nicht abhängig von der Differenz der Brechungsvermögen. Bei optisch-anisotropen Medien kann man infolgedessen auch nur dann die bei entsprechender Stellung des Kristalls zur Polarisatorschwingungsebene zu erwartenden zwei Lichtlinien nebeneinander beobachten, wenn diese infolge der wirksamen Brechungsindizes (nämlich, wenn z. B. $\gamma' > n > \alpha'$) auf verschiedene Seiten der Grenze zwischen Kristall (mit γ' und α') und isotropem Medium (mit n) zu liegen kommen. Diese beiden Linien sind dann, wie bekanntlich auch die Bilder, zu denen sie gehören, senkrecht zueinander polarisiert. Kommen aber mehreren Bildern entsprechende Lichtlinien nach derselben Seite zu liegen, so wird nur eine Lichtlinie beobachtet,

deren Intensität sich durch Überlagerung erklären läßt (siehe unten p. 359). Die Intensität der BECKE'schen Linie ist zweifellos abhängig von der Größe der die Abbildung erzeugenden Brechungsunterschiede und wächst mit dieser. Da sich nicht direkt erweisen läßt, nach welcher Funktion diese Abhängigkeit erfolgt, soll, wie bisher verschiedentlich schon geschehen, auch im folgenden einfache Proportionalität angenommen werden. Eine weitere Abhängigkeit ihrer Intensität von der Dicke der betreffenden Grenze ist zu beobachten und zu erwarten, kann aber bei Vergleich gleich dicker Objekte außer Betracht gelassen werden.

Nun zeigen besonders anschauliche Versuche von H. AMBRONN (2), daß sich z. B. die Abbildung der Grenze eines optisch anisotropen gegen ein isotropes Objekt auffassen läßt als die Überlagerung von zwei Bildern, die auf Grund der beiden je für sich eine Abbildung erzeugenden Brechungsdifferenzen $n - \alpha'$ und $n - \gamma'$ entstehen müssen. Grenzen also zwei verschiedene optisch-anisotrope Medien aneinander, so entstehen im allgemeinen sogar vier Teilbilder, die sich überlagern. Sie sollen im folgenden entsprechend den Differenzen von $\gamma_1' - \gamma_2'$, $\gamma_1' - \alpha_2'$, $\alpha_1' - \gamma_2'$ und $\alpha_1' - \alpha_2'$ als γ_1'/γ_2'-, γ_1'/α_2'-, α_1'/γ_2'- und α_1'/α_2'-Teilbilder bezeichnet werden. Es ist nun möglich, in gewissen Fällen durch entsprechende Benutzung von Polarisator und Analysator die sich überlagernden vier Teilbilder nacheinander zu betrachten (vgl. **21**, Fig. 1). Man stellt zunächst z. B. die Schwingungsebene des Polarisators PP // α_1'. Die Komponente γ_1' fällt dann weg. Im Medium 2 wirken aber sowohl α_2' wie auch γ_2' und erzeugen durch die Differenzen $\alpha_1' - \alpha_2'$ und $\alpha_1' - \gamma_2'$ zwei Teilbilder. Wird nun angenommen, daß γ_2' gegen γ_1' um den Winkel φ ($90^0 > \varphi > 0^0$) gedreht ist, so läßt sich ein Analysator so aufsetzen, daß z. B. AA // α_2'. Damit wird dann das α_1'/γ_2'-Teilbild verlöscht, und man kann in der Tat das α_1'/α_2'-Teilbild allein beobachten. Analog sind die übrigen Bilder der Beobachtung zugänglich zu machen. Die vorstehend skizzierten Anschauungen lassen sich mit Vorteil zu verschiedenen, im folgenden ausführlicher beschriebenen Erweiterungen des Anwendungsgebietes der Einbettungsmethode ausbauen.

1. Quantitative Bestimmungen nach Messungen an **zwei** Grenzen. Es ist oben bereits darauf hingewiesen worden, daß in den Fällen, wo ein anisotropes Objekt (mit den Indizes γ' und α') in einem isotropen vom Brechungsvermögen n eingebettet wird, in dem Fall zwei Lichtlinien, und zwar auf verschiedenen Seiten der Grenze zu beobachten sind, wenn $\gamma' > n > \alpha'$. Wir wollen die Intensität der γ'-Linie mit $I_{\gamma'}$, die der α'-Linie mit I_α bezeichnen. Verfolgt man nach Hocheinstellung des Tubus z. B. bei ruhendem Objekt unter Drehung des Polarisators die Veränderungen, die diese Intensitäten erleiden, so findet man, daß $I_\gamma = 0$, wenn α' // PP, d. h. also, wenn das γ'-Bild verschwunden

ist, und $I_\alpha = 0$, wenn $\gamma' // PP$, d. h. wenn das α'-Bild nicht mehr entstehen kann. Die Intensitäten wachsen also während einer Drehung des Polarisators von Null bis zu ihrem maximalen Betrag. Nach einer Drehung um den Winkel φ aus der Stellung $\gamma' // PP$, wo die Intensität $I_\alpha = 0$ ist, wird für α die Amplitude proportional $\sin\varphi$, also I_α proportional $\sin^2\varphi$ sein, so daß nach 45^0 Drehung gerade $\frac{1}{2} I_\alpha$ erreicht ist. Andererseits wird I_γ abnehmen mit $\cos^2\varphi$, so daß ebenfalls nach 45^0 Drehung $\frac{1}{2} I_\gamma$ erreicht ist. Wäre jetzt die Intensität beider Linien gerade gleich geworden, so müßte, da nach unserer bekannten Voraussetzung:

$$\frac{I_\gamma}{I_\alpha} = \frac{\gamma' - n}{n - \alpha'}$$

und im speziellen Falle

$$\tfrac{1}{2} I_\gamma = \tfrac{1}{2} I_\alpha$$

also

$$n - \alpha' = \gamma' - n$$

$$n = \frac{\gamma' + \alpha'}{2},$$

d. h. das Brechungsvermögen des isotropen Mediums müßte gerade das arithmetische Mittel aus γ' und α' sein.

Allgemein ist, da I_γ proportional $\cos^2\varphi$ und I_α proportional $\sin^2\varphi$:

$$\frac{I_\gamma}{I_\alpha} = \frac{\cos^2\varphi\,(\gamma' - n)}{\sin^2\varphi\,(n - \alpha')}.$$

Wenn also für einen bestimmten Drehungswinkel φ_1 z. B. in einer Flüssigkeit mit n_1 gerade Gleichheit beider Intensitäten eingetreten ist, so ist wieder

$$\cos^2\varphi_1\,(\gamma' - n_1) = \sin^2\varphi_1\,(n_1 - \alpha'). \tag{1}$$

Haben wir in einer anderen Flüssigkeit vom Index n_2 einen Drehungswinkel φ_2 gefunden, für den beide Intensitäten gleich sind, so ist

$$\cos^2\varphi_2\,(\gamma' - n_2) = \sin^2\varphi_2\,(n_2 - \alpha'). \tag{2}$$

Wir haben dann aus den beiden Gleichungen

$$\begin{aligned} &\gamma' \cdot \cos^2\varphi_2 + \alpha' \cdot \sin^2\varphi_2 - n_2 = 0 \\ \text{und}\quad &\gamma' \cdot \cos^2\varphi_1 + \alpha' \cdot \sin^2\varphi_1 - n_1 = 0 \end{aligned} \tag{3}$$

die Unbekannten γ' und α' zu berechnen und erhalten für:

$$\begin{aligned} \gamma' &= \frac{n_2 \cdot \sin^2\varphi_1 - n_1 \cdot \sin^2\varphi_2}{\sin^2\varphi_1 - \sin^2\varphi_2} \\ \alpha' &= \frac{n_1 \cdot \cos^2\varphi_2 - n_2 \cdot \cos^2\varphi_1}{\cos^2\varphi_2 - \cos^2\varphi_1}\ * \end{aligned} \tag{4}$$

* Nur der Analogie halber in dieser Form geschrieben. Die beiden Nenner sind gleich.

wobei zu beachten ist, daß die Winkel φ_1 und φ_2 stets von der Stellung $\gamma' // PP$ aus zu messen sind.

Da nach den Gleichungen (3)

$$\gamma' \cdot \cos^2 \varphi + \alpha' \cdot \sin^2 \varphi = n,$$

so folgt

$$\sin^2 \varphi = \frac{\gamma' - n}{\gamma' - \alpha'}.$$

Berechnet man nach dieser Formel für bis zu 50 μ dicke Anhydritspaltungsblättchen nach (001), wo $\alpha_{546} = 1{,}5712$ und $\gamma_{546} = 1{,}6149$ (berechnet mit Hilfe der eingliedrigen CAUCHY'schen Dispersionsformel aus den Werten für C und F von A. MÜLHEIMS [**12**, p. 228]) den Winkel φ_1 für $n_1 = 1{,}5894$ (d. i. Anilin für Hg-grün) und den Winkel φ_2 für $n_2 = 1{,}6003$ (d. i. Monochloranilin für Hg-grün), so ergibt sich:

$$\varphi_1 = 49^0\,49'$$
$$\varphi_2 = 35^0\,19'$$

Aus den Werten für $\alpha_D = 1{,}5693$ und $\gamma_D = 1{,}6130$ sowie n_D für Anilin $= 1{,}583$ und n_D für Monochloranilin $= 1{,}592$ erhält man $\varphi_1' = 57^0\,23'$ und $\varphi_2' = 43^0\,53'$.

Diese Zahlen zeigen: 1. daß die Messungen nur im homogenen Licht ausgeführt werden dürfen, da die Winkel φ_1 und φ_2 für Beleuchtung mit Licht verschiedener Wellenlänge recht beträchtlich voneinander abweichen, und 2. daß die Unterschiede der Winkel für verschiedene Flüssigkeiten tatsächlich so große sind, daß Messungen mittels der Ablesungen am drehbaren Objekttisch ausgeführt werden können. Für Hg-grün wurde im genannten Beispiel als Mittel aus 10 Ablesungen in guter Übereinstimmung mit den berechneten Werten gefunden $\varphi_1 = 50^0$ und $\varphi_2 = 35^0$, woraus sich nach (4) berechnet $\alpha = 1{,}5725$ und $\gamma = 1{,}6144$.

Die Einstellungen wurden teils auf Gleichheit der Intensität vorgenommen oder, da diese etwas schwerer zu schätzen ist, besser so ausgeführt, daß über die Nullage nach beiden Seiten gerade so weit hinausgedreht wurde, bis deutlich eine Ungleichheit beider Lichtlinien bemerkt werden konnte. Der Spielraum, in dem so um die Nullage bewegt werden konnte, betrug etwa 10^0. Die Beobachtungsfehler würden für das betreffende Beispiel nicht mehr als 0,005 ausmachen, wenn die Ablesungsfehler der Winkel φ_1 und φ_2 selbst etwa 3^0 betragen hätten. Diese Genauigkeit ist für das gewählte Beispiel unschwer zu erreichen, wird aber geringer, je geringer die Doppelbrechung des Objektes und je näher die Winkel φ_1 und φ_2 infolge der Wahl der Flüssigkeiten an 0^0 bezw. 90^0 herangehen. In günstigen Fällen, vor allem bei nicht zu geringer Doppelbrechung und bei so klar durchsichtigem Material, daß die Intensitäten der Linien auf beiden Seiten ungestört zu beobachten sind, erscheint die Methode wohl brauchbar. Man wird sie vielleicht anwenden, wenn es sich bei einem passenden Objekt darum handelt, möglichst

wenig Material für die Untersuchung nach der Einbettungsmethode zu verwenden, oder auch wenn die Natur des Objektes gerade die Flüssigkeiten oder Gemische ausschließt, die zur Einbettung nach der quantitativen Methode erforderlich wären. In Dünnschliffen können zwar in ähnlicher Weise in manchen Fällen zwei Lichtlinien beobachtet werden, doch ist hier einesteils der Brechungsexponent des Canadabalsams für das zu benutzende homogene Licht nicht genügend genau bekannt, andererseits fehlt die in der Regel notwendige Bestimmung eines zweiten Winkels φ in einem anderen Medium.

Diese ist jedoch z. B. entbehrlich, wenn bereits ein Brechungsexponent durch irgend eine andere Methode zu ermitteln war. Besonders kann, wenn bei einachsigen Mineralien ω bekannt ist, ε' und damit indirekt auch die Neigung des Schnittes gegen die optische Achse aus einer Bestimmung gefunden werden. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß, wenn in der Formel

$$\gamma' . \cos^2\varphi + \alpha' . \sin^2\varphi = n$$

γ' und α' sowie der Winkel φ bekannt sind, n berechnet werden kann. Diese Möglichkeit tritt z. B. in gewissen, im nächsten Abschnitt behandelten Fällen ein.

Führt man die obigen Betrachtungen an bis zu 20 μ dicken Anhydritspaltungsplättchen nicht bei gehobenem Tubus, sondern bei scharfer Einstellung aus, so daß also nicht neben der Grenze zwei deutliche Lichtlinien erscheinen, so findet man, daß bei den nämlichen Winkeln, wo vorher die Lichtlinien gerade gleiche Intensität hatten, die Abbildung im homogenen Licht völlig oder fast ganz verschwunden ist. In gleicher Weise läßt sich bei analogen Bedingungen auch bei sehr dünnen $NaNO_3$-Kristallen ein solches Verschwinden beobachten, wie H. Ambronn (1) zuerst aufgefallen ist. Die von ihm aufgestellte Formel beruhte jedoch auf einer irrtümlichen Vorstellung über die Ursache dieser Nullage. Ihr Zusammenfallen mit der Lage gleicher Intensität der zugehörigen Lichtlinien beweist ebenso wie die Nachprüfung durch Messungen, die allerdings weniger genau ausgeführt werden können, daß die oben angegebenen Formeln (4) zur Berechnung von γ' und α' herangezogen werden müssen. Eine Erklärung des Zustandekommens dieser Nullage ist an anderer Stelle (20) versucht worden.

2. Bestimmung der Plagioklase mittels des Brechungsvermögens nach F. Becke. In den für die nach ihm genannte Methode grundlegenden Arbeiten (3) hat F. Becke bekanntlich gleichzeitig beobachten gelehrt, wie auf Grund der Erscheinung der Lichtlinie an Quarz-(bezw. Nephelin-)Feldspatgrenzen die Unterscheidung der einzelnen Glieder der sauren Plagioklase bis etwa zu $Ab_1 An_1$ leicht ausgeführt werden kann. Da ein günstiger Zufall gerade in den Quarz bezw. Nephelin führenden Eruptivgesteinen gerade nur solche Plagioklase auftreten lassen

kann, ist diese Methode bekanntlich von großer praktischer Bedeutung, und es ist wertvoll, wenn sich zeigen läßt, daß die von Becke für notwendig erachteten Einschränkungen fallen gelassen werden können. Als einschränkende Bedingungen für diese Beobachtungen wurden nämlich zunächst gefordert:

1. Quarz-Feldspatgrenzen, für die beide Individuen gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig auslöschen. Die Stellung, wo in diesen Fällen die beiden größten Brechungsexponenten beider Mineralien γ' im Feldspat und ε' im Quarz parallel stehen, wird als Parallelstellung, die andere als Kreuzstellung bezeichnet;

2. wurde aber auch gefordert, daß nur möglichst stark doppelbrechende Quarzschnitte verwendet werden sollen, damit ε' möglichst nahe gleich ε wird. Andernfalls würde sich beim Vergleich mit ε' eine Unsicherheit ergeben, indem der danach bewertete Brechungsexponent zu hoch eingeschätzt würde. Diesem Übelstand ist abzuhelfen, wenn man in der Weise, wie es von W. Salomon (**15**) vorgeschlagen worden ist, die Erscheinungen im konvergenten Licht benutzt, um die Neigung α des Quarzschnittes gegen seine optische Achse zu bestimmen. Dann ist es in bekannter Weise möglich, den Wert ε' zu berechnen.

W. Salomon hat dem weiteren Übelstand, daß häufig in einem entsprechenden Dünnschliff sehr wenige oder gar keine Fälle von Feldspatgrenzen vorkommen werden, die der Bedingung der gleichzeitigen Auslöschung entsprechen, dadurch zu begegnen versucht, daß er für die weitaus zahlreicheren Fälle von Schnitten, deren Schwingungsrichtungen beliebig gegeneinander gedreht sind, einen Weg angab, wie auch diese zur Bestimmung herangezogen werden können. Er berechnet aus der Überlagerung der Becke'schen Linien (vgl. oben p. 354), die einmal von ω, das andere Mal von ε' bedingt sind, eine mittlere Intensität, die wie ein „scheinbarer mittlerer Brechungsindex" des Quarzes zum Vergleich mit γ' oder α' der angrenzenden Feldspatstücke herangezogen wird. Der Winkel, um den ε' gegenüber PP gedreht ist, wird mit γ bezeichnet, er soll im folgenden, um Verwechslungen zu vermeiden, mit φ benannt werden. Dann wird für $\varphi = 45^0$ der „scheinbare mittlere Brechungsexponent"

$$n_q = \frac{\omega + \varepsilon'}{2}$$

gesetzt, d. h. die Intensität der von ω und ε' abhängigen Lichtlinie zu

$$\omega \cdot \sin^2\varphi = \frac{\omega}{2} \quad \text{und} \quad \varepsilon' \cdot \cos^2\varphi = \frac{\varepsilon'}{2}$$

angenommen. Bei der weiteren Ableitung für einen beliebigen Winkel φ wird aber die Abhängigkeit der Intensität vom Quadrat der Amplitude vernachlässigt. Die zur graphischen Berechnung des scheinbaren Brechungsexponenten n_q beigegebene Tabelle ist daher nach der Formel

$$n_q = \frac{\omega + \varepsilon' . \operatorname{cotg} \varphi}{1 + \operatorname{ctg} \varphi}$$

aufgestellt worden, während

$$n_q = \omega . \sin^2 \varphi + \varepsilon' \cos^2 \varphi$$

als richtige Formel gefunden worden wäre, wenn an Stelle von cotg φ die Quadrate gesetzt werden.

Denn es ist, wenn z. B. ein Feldspat, wo $\gamma' > \alpha' > \varepsilon' > \omega$ gewählt und $\alpha' // PP$ gestellt wurde und

I_q = zu beobachtende mittlere Intensität,
I_ω = Intensität der Lichtlinie entsprechend der Differenz $\alpha' - \omega$,
$I_{\varepsilon'}$ = „ „ „ „ „ „ $\alpha' - \varepsilon'$

in ähnlicher Weise wie im vorhergehenden Abschnitt:

$$I_q = I_\omega . \sin^2 \varphi + I_{\varepsilon'} . \cos^2 \varphi$$

d. h. $\alpha' - n_q = (\alpha' - \omega) . \sin^2 \varphi + (\alpha' - \varepsilon') . \cos^2 \varphi$

$$n_q = \alpha [1 - (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi)] + \omega . \sin^2 \varphi + \varepsilon' . \cos^2 \varphi$$

$$n_q = \omega . \sin^2 \varphi + \varepsilon' . \cos^2 \varphi$$

wie oben bereits angegeben wurde.

Für Feldspäte, wo $\alpha' < \gamma' < \omega < \varepsilon'$, ist die gleiche Formel noch anwendbar. Für alle Fälle, und das sind nicht wenige, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, wo nicht diese extremen Verhältnisse vorliegen, sondern wo z. B.

I. $\varepsilon' > \gamma' > \omega$ oder wo II. $\varepsilon' > \alpha' > \omega$

wird, wie uns aus dem vorigen Abschnitt genügend bekannt, überhaupt keine Überlagerung zustande kommen können, sondern die Erscheinung der beiden auf verschiedenen Seiten der Grenze liegenden Lichtlinien auftreten.

Ist deren Intensität als gleich zu erkennen, so wäre im Falle I nach der mit der obigen übereinstimmenden Gleichung (3) p. 355:

$$\varepsilon' . \cos^2 \varphi + \omega . \sin^2 \varphi = \gamma'$$

und im Fall II

$$\varepsilon' . \cos^2 \varphi + \omega . \sin^2 \varphi = \alpha'$$

γ' und α' wären dann bei bekanntem ω, nach Salomon meßbarem ε' und bei gemessenem Winkel φ, um den ε' gegenüber γ' bezw. $\alpha' // PP$ gedreht ist, nicht nur qualitativ, sondern quantitativ bestimmt.

Es ist aber überhaupt nicht in allen Fällen nötig, die Bestimmung des scheinbaren mittleren Brechungsexponenten nach (5) auszuführen, die ohnehin nur den Vergleich von γ' und α' des Feldspates mit je nur einem „scheinbaren" Lichtbrechungsvermögen des Quarzes und nur in den Fällen, wo $\gamma' > \alpha' > \varepsilon' > \omega$ oder wo $\alpha' < \gamma' < \omega < \varepsilon'$ ermöglichen würde. Wir brauchen uns dazu nur außer der Erscheinung der Doppellinie noch die Möglichkeit dienstbar zu machen, die vier an Quarz-Feldspatgrenzen in diesen all-

gemeinsten Fällen entstehenden Teilbilder mit Hilfe der Stellungen von Polarisator und Analysator zu trennen. Dann erhalten wir

1. das ω/γ'-Bild, wenn γ' // PP und AA // ω
2. „ ω/α'- „ „ α' // PP „ AA // ω
3. „ ε'/γ'- „ „ γ' // PP „ AA // ε'
4. „ ε'/α'- „ „ α' // PP „ AA // ε'

Da in der von Becke in Betracht gezogenen Weise bei Parallelstellung und Kreuzstellung ohne Zuhilfenahme des Analysators gerade die Fälle zu beobachten sind, für die wir die „Winkelstellung“, wenn $\varphi \gtrless {}^{70^0}_{20^0}$, nicht verwenden können, läßt sich jetzt für jede beliebige Quarz-Feldspatgrenze die Methode anwenden. Die Winkelstellung, die am häufigsten vorkommen wird, bietet dabei an einer Grenze zugleich die Ergebnisse von Parallelstellung, wo nur ε'/γ'- und ω/α'-Bild, und von Kreuzstellung, wo nur ω/γ'- und ε'/α'-Bild betrachtet werden können. Ergänzen wir daher die von F. Becke in Verbesserung seiner ersten Mitteilungen hierüber in neuerer Zeit gegebene Zusammenstellung (4), so erhalten wir die in der beigegebenen Tabelle dargestellten Verhältnisse.

Es ist daraus ersichtlich, daß mit Hilfe der Parallelstellung 4 Gruppen (nicht trennbar I und II, V und VI), mit Hilfe der Kreuzstellung 5 Gruppen (nicht trennbar III und IV), mit Hilfe der Winkelstellung aber alle 6 Gruppen voneinander geschieden werden können. Die Trennung der Bilder bei der Winkelstellung erlaubt aber ferner noch Fälle zu unterscheiden, die

1. an der Grenze zwischen II und III liegen, wenn nämlich[1]

$$\omega < \gamma' \text{ (F)} \quad \text{und} \quad \omega > \alpha' \text{ (Q)}$$

2. zwischen III und IV in einem schmalen Bereich liegen, wo

$$\omega < \alpha' \text{ (F)} \quad \text{aber} \quad \varepsilon > \gamma' \text{ (Q)}$$

3. zwischen IV und V auftreten, wenn

$$\varepsilon < \gamma' \text{ (F)} \quad \text{aber} \quad \varepsilon > \alpha' \text{ (Q)}$$

Wenn man ferner berücksichtigt, daß man am gleichen Dünnschliff wahrscheinlich noch eine oder mehrere Grenzen beobachten kann, für die nach Salomon ein anderer Wert ε' sich genau ermitteln läßt, so braucht man sich nur vorzustellen, wie stark besonders die Grenzen der Gruppen III, IV und V sich nach links verschieben müssen, sobald die ε'-Kurve tiefer liegt. Dadurch werden die Bestimmungen unter der Voraussetzung, daß man wirklich zwei Feldspäte gleicher Zusammensetzung vergleicht, so genau wie nur wünschenswert gestaltet werden können.

[1] (F) bezw. (Q) bedeuten hierbei, daß in dem betreffenden Falle Feldspat bezw. Quarz als höher lichtbrechendes Medium erscheinen.

Gruppe	An %	Parallelstellung	Kreuzstellung	Winkelstellung
I. Albit und Oligoklasalbit .	0—16	$\alpha' < \omega$ (Q) $\gamma' < \varepsilon$ (Q)	$\alpha' < \varepsilon$ (Q) $\gamma' < \omega$ (Q)	ω/γ' ω/α' ε/γ' ε/α' (Q)
II. Saurer Oligoklas	16—22	$\alpha' < \omega$ (Q) $\gamma' < \varepsilon$ (Q)	$\alpha' < \varepsilon$ (Q) $\gamma' = \omega$ —	$\omega/\gamma' = 0$ ω/α' ε/γ' ε/α' (Q)
III. Basischer Oligoklas	22—30	$\alpha' = \omega$ — $\gamma' < \varepsilon$ (Q)	$\alpha' < \varepsilon$ (Q) $\gamma' > \omega$ (F)	$\omega/\alpha' = 0$ ω/γ' (F) ε/γ' ε/α' (Q)
IV. Saurer Andesin	30—41	$\alpha' > \omega$ (F) $\gamma' = \varepsilon$ —	$\alpha' < \varepsilon$ (Q) $\gamma' > \omega$ (F)	$\varepsilon/\gamma' = 0$ ω/γ' ω/α' (F) ε/α' (Q)
V. Basischer Andesin	41—48	$\alpha' > \omega$ (F) $\gamma' > \varepsilon$ (F)	$\alpha' = \varepsilon$ — $\gamma' > \omega$ (F)	$\varepsilon/\alpha' = 0$ ω/γ' ω/α' ε/γ' (F)
VI. Labrador—Anorthit . . .	48—100	$\alpha' > \omega$ (F) $\gamma' > \varepsilon$ (F)	$\alpha' > \varepsilon$ (F) $\gamma' > \omega$ (F)	ω/γ' ω/α' ε/γ' ε/α' (F)

Ob in den vier Fällen, wo

$$\omega = \gamma' \pm 0{,}001, \quad \omega = \alpha' \pm 0{,}001, \quad \varepsilon' = \gamma' \pm 0{,}001, \quad \varepsilon' = \alpha' \pm 0{,}001$$

gemäß unserer eingangs angestellten Betrachtungen tatsächlich keine Grenze wahrzunehmen ist, wie die Theorie erfordert, konnte bisher aus Mangel an geeignetem Beobachtungsmaterial noch nicht experimentell festgestellt werden. Die Möglichkeit, daß bei den immerhin ziemlich weit geöffneten Beleuchtungskegeln, die zur Beobachtung dienen, bei Schnitten, die nahezu 45^0 gegen einen Hauptvektor, sei es der Indexfläche des Quarzes oder der des Feldspates, geneigt sind, die Abbildung der Grenze nicht verschwindet, ist gegeben, wie aus an anderer Stelle mitgeteilten Beobachtungen am ε'-Bild des Calcits zu schließen ist (**21**). Es müßte sich aber dann mit schiefer Beleuchtung in der dort angegebenen Weise zeigen lassen, daß bei entgegengesetzter Richtung der Beleuchtung das höher lichtbrechende Medium auf verschiedenen Seiten der Grenze liegt. Solche Schnitte wären dann möglicherweise nur mit Vorsicht für die Bestimmung zu gebrauchen. Aufschluß hierüber können erst die Beobachtungen ergeben.

Für Nephelin-Feldspatgrenzen sind alle vorstehenden Betrachtungen ohne weiteres sinngemäß anwendbar. Es soll jedoch nicht unterlassen werden, noch darauf hinzuweisen, daß, wie bekannt, auch die Grenzen von Feldspaten gegen den Canadabalsam zur Unterscheidung herangezogen werden können. Seine Lichtbrechung wird etwa $n = 1{,}540$[1] betragen; sind im Schliff zufällig am Rande auch Quarze gegen Canadabalsam grenzend, so kann durch Vergleich am ω-Bild des Quarzes leicht festgestellt werden, ob $\omega \gtreqless n$ und damit die Unsicherheit, die im je nach dem Auskochen verschiedenen Brechungsvermögen des Canadabalsams begründet ist, beträchtlich herabgemindert werden. Unterscheiden lassen sich damit bei den Plagioklasen mit ziemlicher Sicherheit folgende Gruppen:

I. $\gamma' < n$, $\alpha' < n$, d. h. Albite bis ca. 7 % An,
II. $\gamma' = n$, $\alpha' < n$, d. h. Oligoklasalbite bis ca. 17 % An,
III. $\gamma' > n$, $\alpha' = n$, d. h. Oligoklase bis ca. 25 % An,
IV. $\gamma' > n$, $\alpha' > n$, d. h. die An-reicheren Feldspäte.

Wie an Dünnschliffen der Voigt- und Hochgesang'schen Sammlung beobachtet werden konnte, treten bei II für das γ'-Bild, bei III für das α'-Bild die eingangs erwähnten bekannten Farbenerscheinungen auf, weil die Dispersion für Canadabalsam größer ist als für die Feldspäte. An manchen Schnitten tritt für die Feldspäte zwischen Gruppe II und III auch der Fall ein, daß $\gamma' > n > \alpha'$, und es werden dann zwei Lichtlinien auf verschiedenen Seiten der Grenze in der bekannten Weise beobachtet.

(Schluß folgt.)

[1] Vgl. hierüber W. T. Schaller (**16**) und E. A. Wülfing (**24**).

Besprechungen.

R. Lang: Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. 188 p. 8 Fig. Stuttgart 1920.

In diesem Lehrbuche gibt R. Lang eine Zusammenfassung seiner früheren Arbeiten. Er erläutert zunächst die Vorgänge der physikalischen und chemischen Verwitterung sowie der Verwesung. In dem Abschnitt über Bodenbildung sucht er darzulegen, daß die Bildungsbereiche der verschiedenen Bodenarten in erster Linie durch die herrschenden Regenfaktoren bestimmt werden, d. h. durch die Millimeter Regen dividiert durch die Mitteltemperatur. Tagestemperaturen unter 0° sind bei der Berechnung aufs Jahr fortzulassen. Sofern durch Oberflächengestaltung, Gesteinsart und Bewachsung die Existenzbereiche der Böden nicht in Richtung auf die ungünstige Rohhumusbildung verschoben werden, liegen unter optimalen Bodenbildungsverhältnissen die Bildungsbereiche — hier steht Verf. im Gegensatz zu der Auffassung von Stremme — in bezug auf die Regenfaktoren folgendermaßen:

Rohhumuserden (perhumides Gebiet) . . .	> 160
Schwarzerden (humid)	160 — 100
Braunerden (humid)	100 — 60
Gelb- und Roterden, Laterit (humid) . . .	60 — 40
Salzerden (arid)	< 40

Sind die günstigsten Bedingungen nicht erfüllt, wird der ausschlaggebende Verwesungsvorgang durch die Konzentration der leichtlöslichen Mineralsalze beeinflußt. Sowohl bei Mangel als auch bei Überschuß derselben wird die Humuszersetzung verringert, der Humusgehalt also relativ erhöht. Deshalb gruppiert Verf. die Verwitterungsböden in folgender Weise (p. 141):

I. Humusfrei.
  1. Salzüberschuß: Salz-, Staub-, Sanderden.
  2. Salzmangel: Gelb-, Roterden, Laterit.

II a. Mit adsorptiv gesättigtem Humus.
  3. Salzüberschuß: Salzschwarz-, Kalkschwarzerden.
  4. Salzmangel: Braunerden, reine Schwarzerden.

II b. Mit adsorptiv ungesättigtem Humus:
  5. Salzmangel: Rohhumus- oder Bleicherden.

Die Aufschüttungs (Kolluvial-) böden teilt Verf. in äolische, fluviatile, marine und glaziale.

Als Kulturböden haben wir nach den Darlegungen des Verf.'s solche Böden aufzufassen, wo der Mensch durch geeignete Wasser- und Düngungswirtschaft ein Optimum von Mineralsalzen im Boden zum Zwecke der Landwirtschaft erreicht hat.

Karl Krüger.

Julius Ruska: Methodik des mineralogisch-geologischen Unterrichts. 520 p. Mit 35 Textabbild. und 1 Bildtafel. Lex.-8°. Stuttgart, Verlag von Ferd. Enke. 1920. Preis 36 Mk.

Weite Kreise sind darin einig, daß Mineralogie und Geologie in den Schulen nicht länger so vernachlässigt werden sollen wie bisher; in ihren Bestrebungen, Änderungen hierin herbeizuführen, stoßen sie aber bald auf die erste Schwierigkeit, die erforderliche Zeit hierfür dem Schulplan abzugewinnen, da kein Lehrfach freiwillig sich Stunden nehmen läßt, die Gesamtstundenzahl aber auch nicht vermehrt werden soll. Die andere Schwierigkeit liegt in der Behandlung des Stoffes, der Methodik des Unterrichts; diese will Verf. auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen als praktischer Schulmann und Universitätsprofessor beseitigen lehren und widmet dieser Aufgabe sein umfangreiches Werk. Er behandelt darin zunächst die allgemeine Methodik, die geschichtliche Entwicklung beider Wissenschaften und die formalen und materialen Aufgaben des Unterrichts. Sodann Mineralogie und Geologie als Naturkunde, Methodik der Unterstufe von Sexta bis Obertertia, Mineralogie und Geologie in Verbindung mit dem chemischen Unterricht, Methodik der Mittelstufe in Sekunda, und Mineralogie und Geologie als didaktische Einheit in selbständiger Behandlung, Methodik der Oberstufe in Prima. Der Unterricht soll mit Betrachtung von Kochsalz, Schwefel und Gips beginnen, mit Messungen an Kristallformen, Berechnungen und Zeichnungen, Behandlung der physikalischen Eigenschaften und des chemischen Verhaltens der Mineralien und der Petrographie enden, während die Geologie den krönenden Abschluß dieses Unterrichts bedeutet, in der allgemeine Geologie und Formationskunde überaus eingehend behandelt werden sollen.

Verf. sagt ausdrücklich, daß er auf allen Unterrichtsstufen die Höchstleistung zugrunde gelegt habe, die an den naturwissenschaftlich gerichteten Anstalten ins Auge gefaßt werden kann, und sein Buch ist eine Mischung von Methodik und Lehrbuch. Dies muß man bei der Beurteilung beachten. In der Praxis wird das Gebiet in dem Umfang, in dem es hier vorgetragen wird, auf keiner Schule behandelt werden können. Die Anforderungen, die hier an die Schüler gestellt werden, übertreffen die, welche für die Prüfung der Oberlehrer vorgeschrieben sind, und jeder, der solche Prüfungen abzuhalten hat, weiß aus Erfahrung, in welchem Grade diesen Anforderungen im Durchschnitt entsprochen wird. Etwas weniger wäre hier vielleicht besser gewesen. Darin aber stimme ich mit dem Verf. überein, daß Mineralogie und Geologie viel ausgedehnter als bisher auf den Schulen, auch den Volksschulen, behandelt werden sollte. Auch die Ausflüge, die nach neuer Vorschrift in jedem Monat einmal unternommen werden sollen, bekämen einen ganz andern Inhalt,

wenn auf ihnen die geologischen Verhältnisse der durchwanderten Gegend gebührend berücksichtigt würden; und keine Gegend ist so arm, der sich da nicht viel abgewinnen ließe. Erstes Erfordernis dafür ist allerdings, daß der führende Lehrer Bescheid weiß, und daß er mit den erforderlichen Kenntnissen auch das richtige Geschick verbindet, sie in einer Form zu übermitteln, daß den Schülern die Beschäftigung mit Mineralogie und Geologie zu einer Lieblingsbeschäftigung gemacht und ihnen die Freude an den Ausflügen nicht verleidet wird.

Für alle diese Fragen bedeutet das vorliegende Werk einen Markstein. Keiner, der sich mit ihnen beschäftigt, kann daran vorübergehen, keiner, der dies Werk mit Aufmerksamkeit durchgearbeitet hat, wird es ohne Gewinn für seinen Unterricht aus der Hand legen. **R. Brauns.**

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. Bd. III, 7. (Bogen 1—10.) 12.50 Mk. Dresden und Leipzig. Verlag von Theodor Steinkopff. 1919.

In der neuen Lieferung dieses groß angelegten Werkes (siehe dies. Centralbl. 1919. p. 255, 319) werden behandelt:

Lithium. Natrium. Kalium. Gediegen Kupfer und die Kupferoxyde. Rubidium und Silber.

Wie man hieraus sieht, werden nicht nur die Mineralien behandelt, sondern auch die Elemente, die als Mineralien nicht vorkommen; die wichtigsten Eigenschaften, soweit sie hier zu berücksichtigen sind, werden angeführt, sodann die Verbreitung dieser Elemente in den Mineralien angegeben. **R. Brauns.**

Dr. **Hans Schulz** und Geh. Reg.-Rat. Dr. **A. Gleichen**: Die Polarisationsapparate und ihre Verwendung. 122 p. mit 80 Textabbild. Lex.-8⁰. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke. 1919. Geheftet 7 Mk.

Erst aus dem Vorwort und Inhalt erfährt man, daß die in diesem Werk besprochenen Polarisationsapparate nur solche sind, welche zur Messung des Drehungsvermögens insbesondere von Lösungen aktiver Stoffe dienen, daß das Werk eine „Einführung in die Polarimetrie" sein soll. Es genügt daher, hier darauf hingewiesen zu haben. Die wichtigsten Gesetze aus der Optik werden in elementarer Weise behandelt, die Polarisationsprismen und Hilfsapparate beschrieben, und Anleitung zur Ausführung der Untersuchungen gegeben. **R. Brauns.**

Personalia.

Gustav Seligmann †.

Am 28. Juni erhielt ich die traurige Nachricht, daß am frühen Morgen Gustav Seligmann in Coblenz verschieden sei: noch auf den 29. Juni, Peter und Paul, an dem die Vorlesungen ausfallen, war ich zu ihm eingeladen, um neue Erwerbungen zu betrachten und Schulfragen zu besprechen, in dem Briefwechsel der letzten Tage kein Wort von Erkrankung oder Ermüdung, ein Herzschlag hatte seinem Leben ein Ende gemacht. Mit ihm ist unser bester Mineralienkenner dahingegangen und der Besitzer einer Mineraliensammlung, die nach ihrem wissenschaftlichen Inhalt kaum von einer staatlichen Sammlung in Deutschland übertroffen wird.

Gustav Seligmann, am 31. Mai 1849 in Koblenz geboren, war nach seinem Beruf Bankier; als einziger Sohn hat er nach dem Tode seines Vaters das Geschäft übernommen und durch seine unermüdliche Tätigkeit und Umsicht das Bankhaus Leopold Seligmann zu großer Blüte gebracht. Durch die Verleihung des Titels eines Geheimen Kommerzienrat wurden seine Verdienste im öffentlichen Leben anerkannt.

Seine Liebhaberei aber gehörte von früher Jugend an den Mineralien. Schon als Schüler hat der junge Gustav Seligmann Mineralien gesammelt und jede freie Stunde widmete er ihnen; immer und immer wieder besah er sie von allen Seiten und schärfte seinen Blick für Form und Glanz, so daß, als er die Universität bezog, er alle häufigeren Mineralien schon kannte. Seine wissenschaftliche Ausbildung verdankt er Gustav Rose und vor allem Gerhard vom Rath, mit dem ihn innige, auf den gleichen Interessen beruhende Freundschaft bis zu dessen in seinem Hause erfolgten Tod verband. Aus dem anregenden Verkehr mit G. vom Rath entsprangen die ersten wissenschaftlichen Arbeiten Seligmann's, die schon, wie die kristallographische Untersuchung des Weißbleierzes von der Grube Friedrichsegen, eine vollkommene Vertrautheit mit kristallographischen Untersuchungen erkennen lassen. In der Folgezeit benutzte er jede freie Zeit, die der Beruf ihm ließ, um wissenschaftlich zu arbeiten und zu sammeln. Die in der Zeitschrift für Kristallographie, dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie und den Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins veröffentlichten kristallographischen Untersuchungen erstrecken sich auf Kupfer, Magnetkies, Antimonglanz, Fahlerz, Pyromorphit, Weißbleierz, Kieselzinkerz, Vitriolbleierz, Jodsilber, Anatas, Brookit, Rutil, Eisenglanz, Phenakit, Turmalin, Topas, Wolframit, Turnerit u. a. Die Bedeutung dieser Arbeiten ist von allen Mineralogen anerkannt worden und Seligmann erfreute sich bei den

Fachgenossen aller Länder großen Ansehens. In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Verdienste als Forscher und Sammler hat die Universität Bonn ihm im Jahre 1911 die Würde eines Ehrendoktors verliehen.

Die eigentliche Wirksamkeit SELIGMANN's aber lag in seiner Tätigkeit als Sammler. Sein geschultes scharfes Auge ließ ihn sogleich auch aus einer größeren Sammlung die besonderen Seltenheiten erkennen, einerlei ob die Seltenheit im Vorkommen lag, in der Kristallform oder einer Zwillingsverwachsung. Öfters habe ich ihn bei dem Einkauf begleitet und immer wieder mußte ich staunen, mit welcher Sicherheit er da die Auswahl traf, und eine besondere Freude war es ihm jedesmal, wenn er zu billigem Preis eine solche Seltenheit erstehen konnte. Den von V. GOLDSCHMIDT beschriebenen Quarzzwilling nach dem Zwickauer Gesetz (Zeitschr. f. Krist. **44**, 408), das von vielen für unmöglich gehalten wurde, hatte SELIGMANN in einer größeren Pariser Sammlung gefunden und sogleich richtig erkannt. Ihm war es möglich, was keinem Universitätsprofessor vergönnt ist, über 50 Jahre lang mit ausreichenden Mitteln systematisch zu sammeln, von Händlern aller Länder, aber auch auf eigenen Reisen in die Schweiz, nach Italien. Frankreich und Norwegen. Das Ergebnis ist seine einzig dastehende Sammlung, keine Schausammlung, kein Museum sollte es sein, an Umfang wird sie von vielen andern übertroffen, an wissenschaftlichem Wert der ausgesucht guten Kristalle und an Vollständigkeit so leicht von keiner erreicht. Ehrenpflicht aller Beteiligten wäre es, dafür zu sorgen, daß die Sammlung der deutschen Wissenschaft erhalten bleibe; der Tod ist so unerwartet an SELIGMANN herangetreten, daß er keinerlei Bestimmung hinterlassen hat, sonst wäre sie gewiß in diesem Sinne ausgefallen; sie war sein Lebenswerk, in der Beschäftigung mit seinen geliebten Mineralien suchte er seine Erholung, hier fand er seine nie versiegende Freude; niemals hat er daran gedacht, daß seine Sammlung einmal in das Ausland abwandern oder auseinandergerissen werden könnte.

Von jeher hat SELIGMANN diese reiche Sammlung der wissenschaftlichen Forschung zur Verfügung gestellt, besonders nachdem ihm selbst die wachsenden Berufsgeschäfte für Untersuchungen keine Zeit mehr ließen; so schon GERHARD VOM RATH, HESSENBERG, SADEBECK; später GROTH, BAUER, GOLDSCHMIDT, BECKENKAMP, WOROBIEFF und vielen andern Forschern im In- und Ausland. Gar manche Schätze harren noch der Bearbeitung. Das Werk von LÉON DESBUISSONS „La vallée de Binn" stützt sich im mineralogischen Teil, wie der Verfasser ausdrücklich anerkennt, ganz wesentlich auf die Sammlung SELIGMANN, der zeitig wie kein anderer die Bedeutung dieses Mineralvorkommens erkannt hatte. In Anerkennung seiner Verdienste um die Erforschung dieser seltenen Mineralien hat BAUMHAUER ein neues im Jahre 1901 hier entdecktes Mineral

Seligmannit benannt „zu Ehren des durch eigene Forschung wie durch liberale Unterstützung der Untersuchungen Anderer um die mineralogische Wissenschaft hochverdienten Herrn G. SELIGMANN in Coblenz". (Sitzungsber. der K. Pr. Akad. d. Wissensch. 1901. 6. 112.)

Als Freund der Mineralogie unterstützte SELIGMANN alle Bestrebungen, die dahin zielen, die Pflege dieser Wissenschaft auch in weiteren Kreisen zu fördern. In diesem Sinne hat er die Begründung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft auf das lebhafteste begrüßt und sich vom Tage ihrer Begründung an als Vorstandsmitglied in ihre Dienste gestellt. Der Förderung des mineralogischen Unterrichtes in den höheren Schulen sollte unsere für den 29. Juni geplante Besprechung dienen.

In glücklicher Ehe war SELIGMANN 48 Jahre lang verheiratet. Ein gütiges Geschick hat es gefügt, daß seine treue Lebensgefährtin, seine unzertrennliche Begleiterin auf allen seinen Reisen, auch die letze Reise, von der es kein Zurückkehren gibt, gemeinsam mit ihm angetreten hat, wenige Stunden nach seinem Tode ist auch sie einem Herzschlag erlegen. Arterienverkalkung, die bis dahin keine besonderen Beschwerden verursacht hatte, war die Todesursache bei beiden.

Ich verliere mit dem Entschlafenen einen Fachgenossen und Freund, in dessen gastlichem Hause ich manche anregende Stunde verlebt habe und bei dem ich immer alle die Mineralien sehen konnte, die hier fehlen, und das sind viele; die Wissenschaft aber verliert einen Mineralienkenner, wie sie selbst unter den Fachvertretern immer seltener werden.

Bonn, im Juli 1920. R. BRAUNS.

Habilitiert: Dr. **P. J. Beger** als Privatdozent für Mineralogie und Petrographie an der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen.

Übertragen: Dem Privatdozenten an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, Prof. Dr. **Erich Harbort**, die Dozentur für Lagerstättenkunde in der Bergbauabteilung.

Prof. Dr. **Hans Schneiderhöhn** wird auch nach Übernahme der Gießener Professur die Leitung der mineralogischen Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung (Düsseldorf) beibehalten.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Durchsinterung.

Von **Raphael Ed. Liesegang.**

Auch in der neuen, in den Geognostischen Jahresheften 1916 bis 1918 erschienenen umfangreichen Achat-Arbeit [1], über die demnächst im Neuen Jahrbuch berichtet werden wird, findet man bei genügender Geduld, daß O. M. Reis der „Durchsinterung" eine wichtige Rolle in der Geologie zuweisen möchte. Das Diffusionsprinzip soll dadurch unnötig werden.

Was ist, oder vielmehr: was versteht Reis unter Durchsinterung? — Aus dem rein Deskriptiven sei wenigstens das Wichtigste zitiert: „Die Durchsinterung äußert sich in manchmal vielfach eingeknickten, gebogenen Streifen, welche als Querbrüche von flächenhaften schaligen Lamellen, die die Gesteine im Innern durchsetzen, anzusehen sind; es zeigen sich nicht selten vereinzelte voneinander getrennt scheinende Gruppen (Systeme) solcher Bänder; die Bänder sind sehr häufig eisenfarbig und machen sich als solche durch mehr oder weniger starke Farbe deutlich; in gewissen Fällen tritt die Bänderung nicht weniger scharf in Abstufungen stärkerer und weniger starker Erhärtung hervor, was dann am deutlichsten durch die Anwitterung kenntlich wird [2]." — Beispiele: Ein Myophorienmergel aus Unterfranken und der tertiäre Kalk des Sphinx von Giseh. — Von einer Abgrenzung im physikalischen Sinn gegenüber der Diffusion wird nicht gesprochen. —

Bisher ist zu wenig betont worden, daß zwei Fortbewegungsarten von (Färbung oder Erhärtung herbeiführenden) Flüssigkeiten in Gesteinen grundsätzlich zu unterscheiden sind: Die Diffusion und jene Fortbewegung, welche durch Kapillarwirkung des Gesteins herbeigeführt wird. Beides ist in dem gleichen Gestein möglich. Für kapillaren Fortschritt müssen die Poren vorher flüssigkeitsfrei gewesen sein. In den flüssigkeitserfüllten Poren ist dagegen Diffusion möglich. In einem ursprünglich trockenen (porösen) Gestein können also beide Fortbewegungsarten nacheinander vorkommen. — Beispiel: Der Aufstieg einer farbigen

[1] O. M. Reis, „Einzelheiten über Bau und Entstehung von Enhydros, Calcitachat und Achat." München. 1920.

[2] O. M. Reis, Mitt. d. Pollichia. 70. p. 36. 1915.

Flüssigkeit in Filtrierpapier. Aufstieg anfangs über 2 cm in der Minute. Für die Diffusion in einer Gallerte erfordert diese Strecke dagegen Tage.

Es ist nicht immer leicht, aus der vorgefundenen Struktur Rückschlüsse zu machen auf die Art des Eindringens. Mit chemischen Umsetzungen verbundene Diffusionen erzeugen leicht jene regelmäßigen Bänderungen, welche in meiner Achattheorie die Hauptrolle gespielt haben. Äußerlich ganz ähnliche Strukturen kann man bei Abänderung eines von Runge[1] angegebenen Verfahrens auf dem Kapillarweg erhalten. Man tränke Filtrierpapier mit dem einen Niederschlagsbildner (Eisenvitriol), lasse es trocknen, und setze dann rasch hintereinander 5 Tropfen des andern Niederschlagbildners (Silbernitratlösung) auf denselben Punkt. So erhält man 5 konzentrische Ringe. Oder 10, wenn man 10 Tropfen aufsetzt. Dagegen nur einen homogen gefärbten Kreis, wenn man nur einen einzigen Tropfen aufsetzt. Bei der Diffusion genügt dagegen ein einziger Tropfen, um 10 oder 1000 Ringe zu erzeugen. Hier hat man es mit einem „inneren Rhythmus" zu tun. Bei dem Filtrierpapierversuch muß dagegen ein „äußerer Rhythmus" zu Hilfe kommen. Man hat hier gewissermaßen Versinnbildlichungen der neuen und der alten Achattheorie.

Selten kommt es in einem Gestein zu solch regelmäßig ausgebildeten Bänderungen bei kapillarem Einzug, wie sie Runge auf Filtrierpapier erzielen konnte. Oft trocknete das Gestein zwischen dem einen und anderen Durchdrungenwerden wenigstens wieder teilweise aus. Die später entstehenden Streifen brauchen deshalb nicht die am weitesten vorgerückten zu sein.

Aber auch dann, wenn der äußere Zutritt der kapillar eindringenden Flüssigkeit ein kontinuierlicher ist, kann es zu einer Art Bänderung kommen. Der Versuch hierzu ist eine Abänderung eines solchen, welchen Graber[2] angegeben hat: Eisenchloridlösung werde über einen Sand gegossen, der mit einer Alkalilösung nur so schwach angefeuchtet ist, daß ein hauptsächlich kapillarer Einzug noch möglich ist. So kann es zur Ausbildung von (ortsteinähnlichen) Niederschlagsmembranen aus Eisenhydroxyd kommen, welche das weitere Eindringen hindern. Aber hier und dort bleiben kleine Lücken oder solche bilden sich infolge einer (z. B. osmotischen) Sprengung der Membran. An diesen Stellen dringt die Eisenlösung wieder ein Stück vor, um dann wieder durch die Bildung einer Membran gehemmt zu werden. So kommt es zu bastionenartigen Formen.

Die Frage ist berechtigt, weshalb es hierbei nicht immer zu einer gleichmäßigen Durchsetzung mit Eisenhydroxyd kommen muß.

[1] F. R. Runge, „Der Bildungstrieb der Stoffe". Oranienburg 1855.

[2] Graber, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXV. p. 487. 1908.

Einerseits sind auch hier Übersättigungserscheinungen möglich wie bei den Diffusionsversuchen in Gallerten, andererseits ist eine Weitertreibung einer kolloiden Lösung innerhalb der Poren des Sandes möglich: Letzteres ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Vorgängen bei den Diffusionen in Gallerten. Die Niederschlagsmembran, welche sich von Zeit zu Zeit durch Anhäufung des Eisenhydroxyds bildet, kann auch als Filterverstopfung aufgefaßt werden.

Die Ausbildung derartiger Membranen hemmt, wie angedeutet wurde, den kapillaren Fortschritt. Aber das bedeutet nicht, daß sie für Wasser, Eisenchlorid usw. ganz undurchlässig wären. Auf dem Diffusionswege können sie durchdrungen werden. So brauchen bei den Achat-Nachahmungsversuchen in Gallerten keine Membranlücken angenommen zu werden.

Hier wurden also Mischgebilde aus kapillarem Fortschritt und aus Diffusion möglich. Man kann dafür den neutralen Ausdruck „Durchsinterung" gelten lassen. Für die normale Achatbildung kommt er jedoch nicht in Betracht, weil hier die reine Diffusion bei weitem überwiegt.

Moorbildungen im tropischen Afrika.

Von **E. Krenkel** in Leipzig.

Mit 2 Textfiguren.

Kigoma, der Endpunkt der von Daressalam nach dem Tanganjika führenden Zentralbahn, steigt am Südgehänge einer geräumigen Einbuchtung des Sees empor. Sie wird durch zwei Landzungen gegen die heftigen Fallwinde und den starken Wellengang des nach den neuesten, von Jacobs [1] und Stappers ausgeführten Lotungen im südlichen Teilbecken bis zu 1435 m tiefen Grabensees abgeschlossen, der, 655 m unter den Meeresspiegel reichend, der zweittiefste See der Erde ist. Diese beiden Landzungen sind der langgestreckte flache „Entenschnabel", der aus grobkörnigen, stark gestörten Sandsteinbänken der Tanganjika-Formation besteht, und das viel kürzere, von ihrem Nordufer diesem entgegen vorspringende „Nordhuk". Im Schutze dieser natürlichen Wellenbrecher, von denen der Entenschnabel tektonischer Entstehung sein dürfte, bildet die Bucht einen vorzüglichen sicheren Hafen. Die Anhöhen um die Bucht von Kigoma, die ein altes, vor Einbruch des

[1] Vgl. Jacobs, Erkundungsfahrten auf dem Tanganjika-See. Ann. d. Hydr. 1914. — Stappers, Ann. de Biologie lacustre, VII, 1914; Sondages dans le Tanganjika, Rev. cong. 1913/14. p. 116: Renseignements de l'office colonial, Mai 1914.

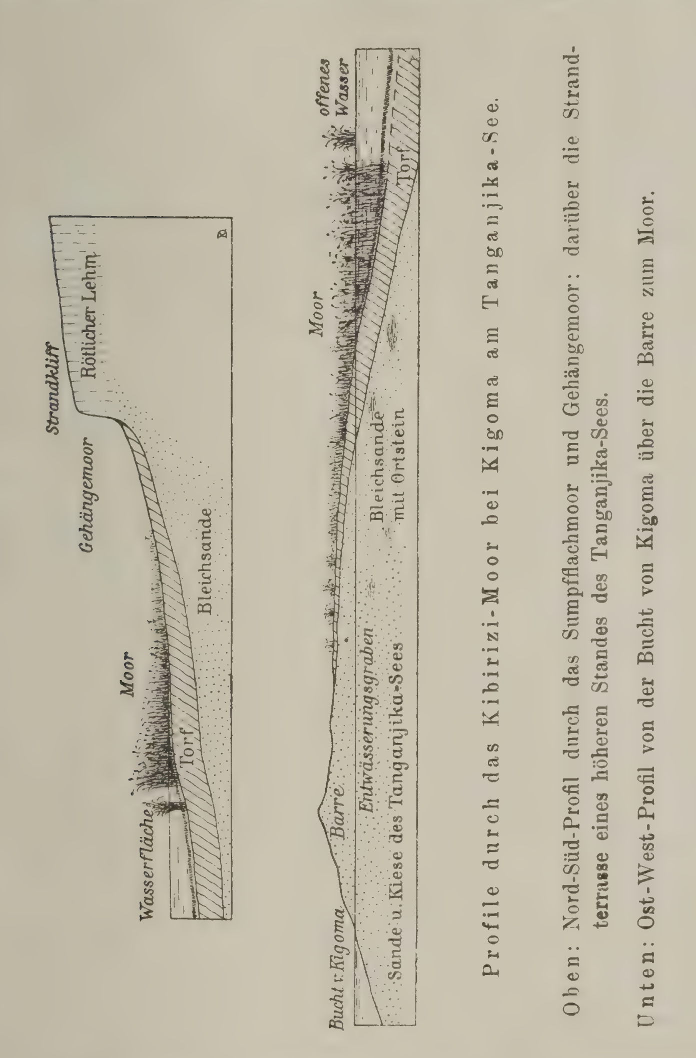
Sees entstandenes Landschaftsrelief erkennen lassen, und die ihr benachbarten Berge an der Küste des Sees selbst werden gleichfalls aus Gesteinen der Tanganjika-Formation, vorwiegend recht eintönigen Sandsteinserien, zusammengesetzt[1]. Das gleiche gilt für die, von den letzteren südlich von Kigoma zwischen diesem Orte und Udjidji in den See vorspringenden malerischen Vorgebirge — „Elefanten“- und „Pferdefuß“, Ras Bangwe —, die einen umfassenden Ausblick über die hier gegen 70 km breite Wasserfläche des Tanganjika, sein von der breiten Erosionsbresche des Luitschetales unterbrochenes Ostgestade und die imposante Steilmauer der westlichen Bruchlippe des Tanganjika-Grabens gewähren. Nur sind ihnen Konglomerate zeitlich noch nicht näher bestimmbarer, doch junger Entstehung und unter sich verschiedenen Alters vorgelegt, in deren Lagerungsform sich möglicherweise jüngste Störungen andeuten.

Die Bucht von Kigoma zeigt an ihrem innersten Rande einen flachen, fast vegetationslosen Strandsaum. Er ist von hellgelben bis hellrötlichen Seesanden und -kiesen überzogen, die aus der Zerstörung der Sandsteine der Tanganjika-Formation hervorgehen. Der Strandsaum wird von einem niedrigen, aber deutlichen Strandwall überhöht, der durch die auflaufenden, bis in den innersten Winkel der Bucht bei Nordwestwind noch recht kräftigen Wogen aufgeschüttet ist. Die übrigen Seiten der Umrahmung der Bucht steigen steiler aus dem Wasser empor. So war z. B. dort, wo heute die Zentralbahn nach starken, verbreiternden Abgrabungen teils roter Verwitterungsmassen, teils der sie unterteufenden aufgerichteten und gefalteten Sandsteine unmittelbar entlang dem Buchtufer den Bahnhof von Kigoma erreicht, kaum Platz für einen Negerpfad. An diesen steiler geneigten Uferböschungen läßt sich um die ganze Bucht herum ein markantes Brandungskliff erkennen, wie solche ja auch von andern Strecken des Sees bekanntgeworden sind, allerdings in voneinander abweichender Höhenlage, was vielleicht auf junge tektonische Bewegungen einzelner Abschnitte der Seegestade hindeutet[2], die nicht selten von heftigen Erdbeben

[1] Vgl. KRENKEL, Die Tanganjika-Formation in Deutsch-Ostafrika. Z. d. D. Geol. Ges. **71**. 1919. Mon.-Ber. p. 88 (mit der älteren Literatur).

[2] Ob tektonische Veränderungen tatsächlich mitsprechen, bedarf noch der Untersuchung; sie sind zum mindesten sehr wahrscheinlich (Störungen junger Konglomerate zwischen Kigoma und Udjidji!). Sicher sind die Zeugnisse der wiederholten Spiegelschwankungen des Sees, bei denen jedoch ungenügend geklärt ist, ob neben kurzfristiger auch langfristige Periodizität steht. Möglicherweise kreuzen sich tektonische und Spiegelbewegungen. Zur Unterscheidung beider sind genaue Aufnahmen und Höhenmessungen nötig, die mir unmöglich waren. Dazu sind die Ufer zwischen Lugufu und Usumbura mit ihren gestaffelten Terrassenresten sehr geeignet. Untersuchungen in dieser Richtung wären sehr wünschenswert.

heimgesucht werden[1]. Die Höhenlage der Oberfläche des Kliffs über dem nicht unbeträchtlich schwankenden[2] Spiegel des Sees



Profile durch das Kibirizi-Moor bei Kigoma am Tanganjika-See.

Oben: Nord-Süd-Profil durch das Sumpfflachmoor und Gehängemoor: darüber die Strandterrasse eines höheren Standes des Tanganjika-Sees.

Unten: Ost-West-Profil von der Bucht von Kigoma über die Barre zum Moor.

[1] Starke Erdbeben an der Ostküste wurden in neuerer Zeit beobachtet: am 30. November 1915 von mir ein solches in Kigoma, das auch in Udjidji und Usumbura wie am Südende des Sees bemerkt wurde; ferner am 8. Juli 1919. Eine Mitteilung über die Erdbeben Zentralafrikas wird folgen.

[2] Seit im Jahre 1878 der Lukuga als Seeabfluß in Tätigkeit trat, sank der Spiegel des Sees. Seit 1902, nach anderen Nachrichten erst

dürfte meiner Erinnerung nach 8—10 m kaum übersteigen. Je steiler der Böschungswinkel des Ufers ist, desto kräftiger ist das Kliff ausgebildet. Sein Steilrand mißt bis zu 3 m Höhe. Die frische Erhaltung des Kliffs deutet darauf hin, daß die Stillstandslage des Sees, der es seine Entstehung verdankt, erst kurze Zeit zurückliegt, besonders wenn man die außerordentlich heftigen, stark abspülenden Regengüsse der Tanganjikasee-Küste bedenkt. Seit dem Einschneiden des Kliffs scheint der Wasserspiegel regelmäßig oder doch ohne größere Stillstände zurückgegangen zu sein; wenigstens sind keine sicheren Anzeichen einer tieferen Strandlinie in der Umgebung von Kigoma zu finden. Eine wenig deutliche, tiefere Strandlinie könnte allerdings an dem, dem Entenschnabel gegenüberliegenden Vorsprung verlaufen. Vor dem Kliff finden sich in Sanden in völlig gleichen, durch den Fossilisationsprozeß jedoch schon mehr oder weniger angegriffenen Stücken die Vertreter der heute im See so individuenreich lebenden Molluskenfauna, die nach starken auflandigen Stürmen von längerer Dauer an der Außenseite des Entenschnabels den Strand mit ihren höchst zierlichen Formen in dichten Massen überdecken, in der Bucht aber zurzeit viel seltener sind.

Der Strand der innersten Bucht von Kigoma findet landeinwärts seine Fortsetzung in einem weiten ebenen Talboden, der hinter einer 80—100 m breiten, den See von ihm abdämmenden Landbrücke in einer wannenförmigen Vertiefung einen ausgedehnten Sumpf mit einer offenen Wasserfläche in der Mitte trägt. Diese wird von einem wechselnd breiten Streifen wasserliebender Gewächse umzogen, der durch seine saftig grüne Farbe sich namentlich zur Trockenzeit von dem fahlen Gelb der umgebenden Vegetation scharf umrissen abhebt. Auch an den Abhängen dieses Talbodens in der Umgebung des Teiches, der den Namen Kibirizi führt — es folgen in Abständen noch mehrere, höhergelegene Seen, die nicht untersucht werden konnten —, ist ein Strandkliff sehr deutlich zu erkennen, das sich in das eben von der Bucht von Kigoma erwähnte lückenlos und in gleicher Höhenlage, wenn auch mit verminderter Höhe des Kliffabfalles fortsetzt. Es ist bemerkenswert, daß sich das Kliff so weit landein bis in den innersten Winkel einer sich allmählich verschmälernden Bucht verfolgen läßt, wo der Wellenschlag doch kaum mehr sehr kräftig gewesen sein kann.

Das den Teich Kibirizi umziehende Kliff beweist, daß sich die Bucht von Kigoma einst erheblich weiter landwärts erstreckte.

später, steigt er wieder an, trotzdem der Lukuga als Abfluß, so nach meinen Beobachtungen auch Anfang 1917 in kräftiger Weise, weiter in Tätigkeit ist. 1911 lagen in Kigoma wegen Ansteigen des Sees die im Jahre 1903 außerhalb des höchsten Wasserstandes gebauten Magazine unmittelbar am Wasser.

Es erklärt zugleich die Entstehung des Teiches, der als ein von der jetzigen Bucht von Kigoma abgeschnürter Teil einer älteren, ausgedehnteren Bucht des Sees anzusprechen ist. Daß ein Zusammenhang zwischen der Bucht von Kigoma und der nun von ihr abgetrennten Wasserfläche bestand, wird auch dadurch bekräftigt, daß sich in der Umgebung des Teiches die abgestorbenen Reste der Seefauna in zahlreichen Exemplaren finden. Ja im Teiche wurden große kräftige Exemplare von lebenden Unioniden beobachtet, die einer Art dieser im See individuenreichen Gattung völlig gleichen. Wie die Bucht von Kigoma und ihre Verlängerung landein entstanden ist, darüber wurde ein klares Bild nicht gewonnen; es bestehen mehrere Möglichkeiten für ihre Entstehung.

Der Teich Kibirizi und seine niedrige Umgebung mit stagnierenden Tümpeln und Lachen voll Regenwassers sollten, als Brutstätten der Larven malariaübertragender Mücken, während des Krieges der Gesundung Kigomas zuliebe trockengelegt werden. Die vorgenommenen Entwässerungsarbeiten gaben nun Gelegenheit, die geologische Beschaffenheit des Teichuntergrundes und seiner Umgebung kennen zu lernen. Zunächst wurde durch einen Entwässerungsgraben, der die Barre zwischen Bucht und Teich durchbrach, der Spiegel des wenigstens damals abflußlosen Teiches, der etwas höher stand als der des Tanganjika, gesenkt und dann der Graben bis in die offene Wasserfläche durch die Sumpfvegetation hindurchgeführt. Diese und andere Arbeiten legten ein recht ausgedehntes Tropensumpfmoor frei [1].

Dieses Sumpfmoor erhält an einer Seite kleine Zuflüsse aus den Randbergen des Sees, möglicherweise auch Grundwasserzustrom. Es trägt in seinem Innern eine unregelmäßig gestaltete, von Seerosen und anderen Schwimmpflanzen da und dort bestandene, von einer tierischen Kleinlebewelt reichlich belebte Wasserfläche, die alle Anzeichen vorschreitender Versumpfung durch Verlanderpflanzen zeigt. Denn von dem sie umgebenden innersten Vegetationsgürtel aus rücken lockerstehende Ausläufer in sie vor, die sich nach außen mehr und mehr verdichten. Dieser innerste Vegetationsgürtel besteht aus einem sehr gleichmäßigen Bestande von Sumpfgräsern — fast ausschließlich wohl *Cyperus Papyrus* — von übermannshohem Wuchse, die in dicken Klumpen, die man vielleicht als Riesenbülte bezeichnen könnte, beisammenstehen und von schmalen Wasserarmen durchadert werden. Das Hindurcharbeiten durch diesen *Papyrus*-Gürtel war schwierig, da nur ein

[1] Über Tropenmoore und die ältere Literatur vgl. K. Keilhack, Über trop. und subtrop. Torfmoore auf der Insel Ceylon; Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. 1915, Heft 1; ferner K. Keilhack, Über trop. und subtrop. Flach- und Hochmoore auf Ceylon; Mitt. Oberrhein. Geol. Vereins. N. F. 4. p. 76. Keilhack gibt zum ersten Male Listen der gesammelten Pflanzen, die wichtige Schlüsse und Vergleiche mit den außertropischen Mooren erlauben.

schweres Boot zur Verfügung stand, so daß es bei einem einmaligen Eindringen verblieb. Auf diesen innersten Sumpfgrasgürtel, den ich hier der Kürze wegen als *Papyrus*-Gürtel bezeichnen will, folgt nach außen mit abnehmender Wassertiefe, allmählich aus diesem hervorgehend, ein zweiter, in dem die mannshohen, üppigen *Papyrus*-Stauden zurücktreten, kleiner werden und sich andere Gräser und Blütenpflanzen zwischenmischen. Am Rande des Sumpfmoores, dem ausdauernde Wasserlachen schon fast völlig fehlen, ist *Papyrus* nicht mehr zu finden; eine Reihe verschiedener Gräser und Stauden bilden vielmehr das vorherrschende Pflanzenelement. Auch hier stehen die Süß- und Sauergräser noch in kleinen Bülten, eine Analogie zu unsern Mooren. Wo kleine nährstoffbringende Wasseradern in den Teich einmünden, sind sie durch den sie als „Galeriesumpf" umrahmenden kräftigeren Pflanzenwuchs innerhalb des äußeren Vegetationsgürtels leicht zu verfolgen.

Es ist mir unmöglich, eine genauere Beschreibung der diese Gürtel zusammensetzenden Pflanzengemeinschaften zu geben, so wünschenswert das auch wäre, da ich hierzu zu wenig Botaniker bin. Die gesammelten Pflanzen, von denen ich eine größere Anzahl getrocknet hatte, sind in Afrika zurückgeblieben. Auffällig war es, daß sich nirgends Moose und Flechten fanden [1].

Die Verlandung des Kibirizi-Teiches wird also, genau wie bei den Seen unseres Klimas, durch mehrere, zonenartig aufeinander folgende, wenn auch nicht scharf getrennte Vegetationsgürtel bezeichnet. Ihre gesamte Breite mag im Durchschnitt 150—200 m betragen.

An seiner Grenze wird der Grassumpf, ein typisches Tropen-Flachmoor — mit verlandenden Pflanzen im Innern, Fortsetzern der Torfbildung im bereits landfest gewordenen Moor nach außen hin —, von einem zweiten Moortypus umzogen, dem allerdings wegen seiner geringen Ausdehnung nur wenig Bedeutung zukommt. Ich möchte diesen als Gehängemoor bezeichnen. Dieses Gehängemoor zieht sich an den Böschungen des Tales über dem Sumpfmoor, wohl 10—40 m breit, aufwärts und endet ungefähr da, wo die oben beschriebene Strandlinie eines älteren höheren Standes des Tanganjika-Sees das Gehänge durchschneidet. Der Pflanzenbestand auf ihm ist vielgestaltiger wie im äußersten Sumpfmoorgürtel; vor allem finden sich viele blühende Kräuter, so Leguminosen. Als auffallendstes Unterscheidungsmerkmal zum Sumpfmoor, dem ein solcher völlig fehlt, zeigt aber das Gehängemoor einen sehr lückenhaften Baumwuchs. Dieser, vielleicht besser nur als Buschwuchs zu bezeichnen, macht einen recht krüppelhaften, kümmerlichen Eindruck, was wieder als Analogie zu unseren Mooren

[1] ENGLER, Die Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete (Deutsch-Ostafrika, Bd. 5) enthält nur sehr kurze Schilderungen der Sumpfformationen Ostafrikas.

erscheinen könnte. Allerdings ist zu bedenken, ob diese Krüppelhaftigkeit durch die Untergrunds- und Ernährungsverhältnisse allein verschuldet ist, oder ob nicht die holzsuchende Tätigkeit der Bewohner der benachbarten Negeransiedlungen in gewissem Grade an ihr mitgewirkt hat.

Das Gehängemoor endet mit scharfer Grenze an den in der Umgebung von Kigoma allgemein verbreiteten Pflanzenbeständen. Es wird auch zur Zeit des höchsten Wasserstandes im Moor von Wasser nicht mehr überflutet, ist vielmehr bereits so ausgetrocknet, daß die auf ihm wachsenden Pflanzen bei den durch die Eingeborenen alljährlich gelegten Grasbränden leicht vernichtet werden. Am nördlichen Rande des Sumpfmoores, in der Übergangszone zu dem entwässerten Gehängemoor ansetzend und sich weiter am Rande eines kleinen versumpften Tales fortziehend, finden sich üppige Bestände tropischer Kulturen, so schöne Ölpalmen, die in dieser niedrigen Uferregion des Tanganjikasees als Vorposten ihres Hauptverbreitungsgebietes in Westafrika in einzelnen Exemplaren vorkommen, Bananenhaine und Papayen. Sogar zu vereinzelten Feldkulturen ist der trockene Humusboden hier früher benutzt worden, der dann eine lockere krümelige Struktur durch das Auflockern mit der Hacke annahm.

Über die organischen Bildungen und die Untergrundsbeschaffenheit dieses Moores wurde folgendes festgestellt: Die durch die Sumpforganismen gebildeten Ablagerungen sind verschiedener Art. Im Innern des Moores unter der offenen, tiefbraun gefärbten Wasserfläche fand sich unter $1\frac{1}{2}$ m Wasserbedeckung ein breiiger, brauner Faulschlamm, der beim Austrocknen an der Sonne stark schwindet. Kalkgehalt scheint in ihm nicht vorhanden zu sein. Die Mächtigkeit dieses sich noch ständig bildenden Faulschlammes konnte nicht ermittelt werden, ebensowenig die Zusammensetzung seines Untergrundes. Am Entwässerungsgraben, der ungefähr $1\frac{1}{2}$ m an seiner tiefsten Stelle innerhalb der Landbarre einschnitt, wurde ein Profil erschlossen, das oben Torf, unter diesem Sande und Kiese mit gelegentlichen Tonschmitzchen zeigte, letztere ganz ähnlich den Ablagerungen des Buchtrandes, jedoch im Gegensatz zu deren kräftiger Färbung deutlich ausgebleicht und hier und da mit beginnender ortsteinartiger Verfestigung. Nach dem Teiche zu steigerte sich die Mächtigkeit des Torfes allmählich, indem sich die Grenze zwischen ihm und seiner Unterlage langsam nach Osten senkt. In der Richtung auf die Bucht von Kigoma dagegen keilte die Torfauflage vollkommen aus, so daß sie nirgends unmittelbar an den Buchtrand herantritt. Die größte Mächtigkeit des Torfes betrug im Graben über 1 m; doch ist die wahre Mächtigkeit nach der Lagerung sicher größer. Die Farbe des vom Entwässerungsgraben durchschnittenen nassen Torfes ist braunschwarz bis schwarz, getrocknet dunkelbraun. Der getrocknete Torf zeigt ein innig ver-

filztes Pflanzengewebe, das sich nur sehr schwer zerreißen läßt. Es lassen sich in ihm mit bloßem Auge vor allem Wurzelfasern, daneben seltener Reste von Stengeln und Blattstücken unterscheiden, die in einer dunklen, nicht näher erkennbaren Grundmasse liegen. Im großen ganzen erinnert der Torf des Kibirizi-Teiches dem äußern Ansehen nach stark an norddeutsche Torfbildungen. Zwischen Torf und Untergrund wurde eine Einlagerung von Faulschlamm, die man erwarten könnte, nicht beobachtet.

Der an den Rändern der ganzen Torfmoorbildung, an dem als Gehängemoor bezeichneten äußeren Grenzsaum, vorkommende Torf zeigt eine viel geringere Mächtigkeit, die 20 cm erreicht. Unter ihm lagern Sande von heller, ausgebleichter Farbe, übereinstimmend mit denen aus dem Untergrunde des Flachmoores. Der Torf des Gehängemoores, der als abgestorben oder in seiner Entwickelung stark gehemmt zu betrachten ist, da er eine dauernde Befeuchtung nicht mehr erhält, sondern nur von Regenwasser befeuchtet wird und zur Trockenzeit weitgehend austrocknet, außerdem von Grasbränden in Mitleidenschaft gezogen wird, ist sehr viel lockerer als der vorbeschriebene. Seine Farbe ist heller; er läßt sich leicht zerreißen. Unter seinen Bestandteilen überwiegen Wurzelteile, während eine homogene diese einbettende Grundmasse zurücktritt. Sie ist vielleicht nahe der Oberfläche schon ausgespült. Der Torf des Gehängemoores wird von tiefen Trockenrissen durchsetzt und ist leicht von seiner Unterlage in Form flacher Fladen abzuheben.

Beim Verbrennen der verschiedenen Ablagerungen des Kibirizi-Moores am offenen Feuer zeigte sich sowohl beim Faulschlamm wie besonders bei den beiden unterschiedenen Torfarten ein erheblicher Aschenrückstand. Er war am größten bei dem Torf des Gehängemoores, eine Erscheinung, die sich wohl auch daraus erklären läßt, daß diesem durch die jährlichen Grasbrände sowieso oberflächlich eine nicht geringe Menge von Pflanzenasche beigemengt wird.

Erwähnen möchte ich weiter, daß sich vielleicht zwischen Kigoma und dem Luitschetal ein großes Moor ausdehnt. Es konnte nicht besucht werden; aber der Anblick vom Mlole-Berge aus mit seiner kümmerlichen Vegetation aus Gräsern in Bülten, mit seiner auch zur Trockenzeit auf vielen Stellen ausdauernden Wasserbedeckung deuten auf die Möglichkeit eines solchen Vorkommens hin. Nach der Lage über dem Kibirizi-Flachmoor und oberhalb des Austritts eines Grundwasserhorizontes in der Umgebung von Kigoma wäre es nicht ausgeschlossen, daß hier ein Tropenhochmoor vorliegt.

Zu streifen wären noch die klimatischen Verhältnisse am Ostufer des Tanganjika-Sees. Die nördliche Ostküste des Tanganjika-Sees gehört dem äquatorialen Klimatypus mit zwei Nieder-

schlagsmaxima an; die kleine Trockenzeit ist nur schwach entwickelt. Die südliche Ostküste fällt bereits in die Herrschaft des indischen Klimatypus, in dem beide Niederschlagsmaxima nahe zusammengerückt sind, eine große und kleine Regenzeit ausgebildet ist. Die Beobachtungsstationen zeigen für das Jahr 1911 folgendes Bild:

Station	Regenmenge	Durchschnitts-temp.	Max.-Temp.	Min.-Temp.
Usumbura	718 mm	23,0° C	32,5° C	14° C
Udjidji	1092 „	22,8° „	(34)° „	12,5° „
Karema	540 „	23,7° „	35,3° „	14,2° „
Bismarckburg . .	921 „	24,6° „	34,2° „	14,9° „

Die Westküste des Sees ist wegen der an ihr aufsteigenden feuchten Winde regenreicher: Albertville 1038 mm, Baudouinville ca. 1500 mm.

Wie gegenwärtig die Bedingungen zur Moorbildung am See gegeben sind, so bestanden sie auch zur Karru-Zeit an beiden Ufern des noch nicht gebildeten Sees: Karru-Kohlen sind sowohl im Hinterlande von Karema, wo im Jahre 1914 (ausbeutbare?) Kohlenfelder entdeckt und untersucht wurden, wie im Lukuga-Graben gefunden. An letzterer Stelle, wo sie abgebaut werden, bergen sie prachtvolle Pflanzenreste, darunter *Glossopteris*-Arten, wie ich an den von dem Regierungsgeologen Dr. Scholz gesammelten Stücken in Daressalam sehen konnte. Das Tanganjika-Kohlenbecken mit seinen Teilmulden mag sehr ausgedehnt gewesen sein: nur tektonische und Erosionsreste sind von ihm erhalten geblieben.

Nach meinen übrigen Beobachtungen und Erkundigungen dürften Flachmoore auch in andern Teilen Deutsch-Ostafrikas vorkommen. So wurde mir, um Beispiele aus verschiedenen Landschaften zu nennen, aus dem „Zwischenseengebiet“, der gebirgigen Nordwestecke des Landes, berichtet, daß in den häufig stark versumpften, dicht mit *Papyrus* bestandenen Talsohlen Urundis und Ruandas Torflagen festgestellt wurden. Ich habe ferner in Nord-Ugogo (im Innern Deutsch-Ostafrikas) in einem Steppenbecken der Landschaft Mletsche an dessen tiefster, auch zur Höhe der Trockenzeit naß bleibender Stelle, die von bültenwüchsigem Schilfgras von über Meterhöhe bestanden war, bei der Aufnahme von Bodenprofilen über grauschwarzem, fettem Steppenbecken-Ton eine Torflage von etwa 20 cm Dicke festgestellt. Es handelt sich um ein kleines Flachmoor, dessen Bau nicht weiter untersucht wurde. Vorkommen solcher Art werden sich wohl noch zahlreicher feststellen lassen, wenn sie auch stets nur geringen Umfanges sein werden. Gleichfalls in Ugogo in der Landschaft Ipala-Mahoma ist auf der Karte 1 : 300 000 (neuer Ausgabe) ein „Moor“ eingetragen. Nach meinen Erkundigungen soll es sich im Gegensatz zu den, nur zur Regenzeit unter Wasser stehenden Steppen und Steppenbecken Ugogos, mit denen es vielleicht verwechselt sein

könnte, um ein echtes, ausgedehnteres Moorland mit ständig nassem Untergrund und mit Sumpfgräsern handeln. Die Moore Ugogos sind beachtenswert deshalb, weil das Klima dieses Landes starke Extreme zeigt: so eine lange, scharf ausgeprägte Trockenzeit mit völliger Regenfreiheit während mehrerer Monate und eine kurze Regenzeit mit allerdings nicht geringem Regenfall, dazu sehr hohe Temperaturen. Die den genannten Mooren zunächst gelegene, mit ihren klimatischen Bedingungen aber wohl nicht ganz übereinstimmende meteorologische Station Ugogos, Mpapua, erhält Regenmengen, die bis über 700 mm in günstigen Jahren erreichen, meist aber unter dieser Summe zurückbleiben[1].

Zwischen Daressalam und Bagamojo habe ich weiter an der Küste des Indischen Ozeans mehrfach dünne Lagen von braunem filzigen Torf über marinen Sanden oder in diese eingelagert gesehen. Besonders diese Vorkommnisse der Küsten-Moore (Mangroven-Moore?) von paralischem Typus erscheinen mir aus vielen Gründen einer näheren Untersuchung wert, so besonders auch wegen der sich in ihrer Lagerungsweise abspiegelnden jungen, auf- und absteigenden Bewegungen des Küstenlandes.

Aus allen diesen Angaben ergibt sich — zusammen mit der Schilderung der Moore aus dem südlichen Küstengebiet Deutsch-Ostafrikas, die Janensch und v. Staff dort im Hinterlande von Lindi und Kilwa[2] an verschiedenen Stellen aufgefunden und ausführlich geschildert haben[3] —, daß Moorbildungen in den verschiedensten Teilen dieses großen Gebietes auftreten: so an der mäßig feuchten ozeanischen Küste mit ihren geringen Temperaturschwankungen, im trockeneren Küstenhinterland, im regenarmen heißen Innern mit großen Temperaturgegensätzen, an der innern, dem regenreichen Kongobecken schon angenäherten Seengrenze am Tanganjika, und in den kühleren, regen- und nebelreichen Hochländern des Nordwestens. Zweifellos werden sich noch viele andere Vorkommnisse finden, und der Schluß schien mir wohl berechtigt, daß auch in andern tropischen Gebieten Afrikas vielenorts Moore auftreten müßten. Darüber später. (Schluß folgt.)

---

[1] Besser vergleichbar ist das Klima der neu errichteten meteorol. Station Dodoma, die 1911 503 mm Niederschlag verzeichnete, mit einem Temperatur-Maximum von 33,2 und -Minimum von 9,9° C.

[2] Die Niederschlagsmengen für dieses Gebiet liegen zwischen 750 und 1000 mm für das Jahr; die Küste selbst empfängt mehr Regen, so Lindi (1911) 1379 mm, Kilwa 1063 mm.

[3] 4. Bericht über die Ausgrabungen und Ergebnisse der Tendaguru-Expedition. Sitz.-Ber. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin 1911. p. 393 unt. — Janensch, Die Torfmoore im Küstengebiet des südlichen Deutsch-Ostafrika. Wiss. Ergeb. d. Tendaguru-Expedition. 3. Heft. p. 265.

Die marine Trias in Südamerika.

Von **E. Jaworski** in Bonn.

G. Steinmann hat in dieser Zeitschrift, Jahrg. 1909 p. 1 und p. 616, zwei kleine Mitteilungen über die von ihm in Peru gesammelte Trias veröffentlicht. Die monographische Bearbeitung dieses Materials ist inzwischen abgeschlossen und wird mit Fossiltafeln in den Beil.-Bänden des „Neuen Jahrbuchs" erscheinen. Da aber unter den augenblicklichen Verhältnissen bis zum Druck wohl noch eine geraume Zeit vergehen wird, erscheint es mir zweckmäßig, die wesentlichen Ergebnisse bereits jetzt zu veröffentlichen.

Es sind folgende Arten bestimmt:

I. Ammonitenkalk von Suta, Utcubambatal (6° 30′ s. Br., 77° 45′ w. L.).

Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell.
Nucula aff. *carantana* Bittn.
Leda sp. cf. aff. *sulcellata* Mstr.
Cardita cf. *singularis* Healy
Dentalium sp. cf. *simile* Broili
Pseudoscalites subarmatus n. sp.
Eucycloscala cf. *exigua* Healy
Rhabdoceras curvatum Mojs.
Placites sp. cf. *Sacuntulus* Mojs.
Nevadites Lissoni n. sp.
— *Sutanensis* n. sp.
— sp. indet. Jugendform
Anolcites Dieneri n. sp.
Sagenites aff. *quinquepunctatus* Mojs.
Monophyllites sp. indet.
Arcestes sp. indet.

II. Myophorienkalk von Huairas, NO Huanuco (9° 30′ s. Br., 75° 45′ w. L.).

Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell.
Phaenodesmia peruana n. sp.
Myophoria paucicostata n. sp.
Astarte Incae n. sp.
Unicardium sp. indet.
Cardium Héberti Terqu.
Promathildia Bittneri Kittl.

III. Myophorienkalk des Cerro Uliachin bei C. de Pasco (11° s. Br., 76° 30′ w. L.).

Phaenodesmia peruana n. sp.
Anodontophora cf. *edmondiformis* Trench.
Myophoria ex. aff. *vestita* Alb.
— sp. indet. cf. *decussata* Goldf.
Pseudoscalites subarmatus n. sp.
Katosira n. sp. indet.
— n. sp. ex aff. *fragilis* Kok.
Omphaloptycha sp. indet. ex aff. *Aldrovandii* Stopp.
Coelostylina (Gradiella) sp. indet.
Trachynerita evoluta n. sp.

IV. Triasgeröll aus dem cretacischen (?) Konglomerat des C. Uliachin bei C. de Pasco.

Krinoidenstielglieder
Echinodermenstacheln
Pecten n. sp. cf *inconspicuus* Bittn.
Leda oxyrhyncha n. sp.
Phaenodesmia peruana n. sp.
Macrodon juttensis Bittn.
Myophoria paucicostata n. sp.
Astarte Incae n. sp.
Nova forma ex familia Astartidarum
Physocardia sp. indet.
Cardium Héberti Terqu.
Isodonta neotropica n. sp.
Dentalium cf. *undulatum* Mstr.
Eucyclus pacificus n. sp.

V. Triasgeröll von Junin (Bahn Lima—C. de Pasco).

Avicula Di-Stefanoi n. nom.
Gervillia (?) *quadricostata* n. sp.
Neritaria neritina Mstr.
Omphaloptycha Rhenana Kok.
Promathildia aff. *Ammoni* Wöhrm.

Der Ammonitenkalk von Suta, der Myophorienkalk von Huairas und das Geröll aus dem Konglomerat des C. Uliachin sind norisch, während der Myophorienkalk vom C. Uliachin und das Geröll von Junin karnisch, letzteres vielleicht sogar ladinisch ist. Es ist also in Südamerika wie in vielen anderen Randgebieten des Pazifik nur obere, marine Trias vorhanden.

Die Ablagerungen sind durchweg sehr reine, tonarme bis tonfreie Kalke, die kaum eingeschwemmtes terrigenes Material enthalten. Foraminiferen, Schwämme, Korallen und Brachiopoden fehlen; Echinodermen sind nur in Spuren vorhanden. Ammoniten finden sich nur in dem Kalk von Suta und in den an verschiedenen Punkten des Utcubambatales gefundenen *Pseudomonotis*-Kalken. Die übrigen Vorkommen haben fast ausschließlich Zweischaler und Gastropoden geliefert. Auffällig ist die geringe Größe der Fossilien, die der Triasfauna geradezu den Charakter einer Zwergfauna verleiht, der an St. Cassian erinnert. Vor allem bei den Cephalopoden tritt dies Merkmal hervor. Eine Ausnahme bilden die Myophorienkalke von C. de Pasco und das Geröll von Junin, die Fossilien in normaler Größe führen.

Sieht man von den nicht näher bestimmbaren Formen ab, so sind von 38 beschriebenen Arten 22 = 57 % teils mit bekannten Spezies ident, teils so nahe verwandt, daß sie nicht als neue Arten abgetrennt werden konnten. Auch die neuen Arten haben keine Überraschungen gebracht. Sie gehören durchweg wohlbekannten Formenkreisen an. Eine Ausnahme bildet nur die nova forma ex familia Astartidarum, die leider nur in einem einzigen, unvollständigen Stück vorliegt.

Unter den Cephalopoden sind die Vertreter der Gattung *Nevadites* von Interesse. Diese ist, mit Ausnahme einer einzigen Art aus der anisischen Stufe von Bosnien, nur aus den anisischen Humboldtkalken von Nevada bekannt. In Peru liegen die Nevaditen

in demselben Handstück mit *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. und unzweifelhaft norischen Ammoniten. Die Arten sind in großer Individuenzahl vorhanden und von ihren kräftigen, nordamerikanischen Verwandten durch die geringe Größe unterschieden. Die von Mojsisovics als *Sibirites* sp. und *Helictites* sp. beschriebenen, winzigen Stücke gehören z. T. zu *Metasibirites* cf. *annulosus* Mojs., z. T. sind sie Jugendstadien eines nicht näher bestimmbaren Sageniten. Die vor allem für die Myophorienkalke von C. de Pasco charakteristischen und dort ungemein häufigen Myophorien gehören teils der durch die Querberippung des vordersten Schalenteils ausgezeichneten Gruppe der *Myophoria vestita* Alb. an, teils stehen sie der *M. decussata* Goldf. nahe.

Die Cephalopoden des Sutakalkes stehen den Cephalopoden der norischen Trias von Nevada und Kalifornien überaus nahe. Die Ähnlichkeit beschränkt sich nicht auf die einzelne Spezies, sondern die ganze Vergesellschaftung der Arten ist die gleiche. Dagegen sind die Zweischaler und Gastropoden der südamerikanischen norischen Trias teils mit Raibler-Cassianer, teils mit rhätisch-liasischen Arten des Mediterrangebiets am nächsten verwandt. Dies hängt wohl damit zusammen, daß Ablagerungen mit einer normalen, aus Ammoniten und anderen Molluskengruppen gleichmäßig gemischten Fauna im Noricum so gut wie nicht bekannt sind, während in den nächstälteren und nächstjüngeren Ablagerungen Faunen von dieser Zusammensetzung reichlich vertreten sind. Die norischen Ablagerungen an der SW-Umrandung des pazifischen Beckens (Fogischichten von Buru, *Nucula*-Mergel von Misol, Plattenkalke von Padang[1]) haben zwar eine ähnliche paläontologische Fazies, weichen aber in der petrographischen Fazies von der peruanischen Trias erheblich ab. Auch aus dem nordamerikanischen Noricum sind leider so gut wie keine Zweischaler und Gastropoden bekannt.

Die norischen Ammoniten der peruanischen Trias stehen also gleichaltrigen, nordandinen Arten außerordentlich nahe, während die anderen Molluskengruppen die nächsten und z. T. sehr enge Beziehungen zu den Raibler-Cassianer und den rhätisch-liasischen Arten des Mediterrangebiets aufweisen. Nähere Beziehungen zu den übrigen Faunengebieten, vor allem auch zu dem indomalayischen, fehlen.

Schließlich weise ich noch auf die Entdeckung oberer, mariner Trias in Chile (Prov. Atacama, 100 km SO der Hafenstadt Huasco) hin[2]. Es werden *Halobia* cf. *Neumayri* Bittn., *Pleuromya* sp. und unbestimmbare Pflanzenreste erwähnt.

[1] Über das Alter der Sumatraner Plattenkalke teile ich Wanner's und Diener's, nicht Krumbeck's Auffassung.

[2] H. Brüggen, Contrib. a la geol. de Valle de Huasco ... Soc. Nat. Mineria Santiago de Chile 1914.

Beitrag zum Nördlinger Ries-Problem.

Von Major a. D. Dr. **W. Kranz** in Stuttgart.

Mit 1 Textfigur.

(Fortsetzung.)

c) Daß es sich bei den Suevit-Eruptionen um Nachschübe nach der großen „Kontakt"-Explosion (= Riessprengung) handelt, deutet E. Fraas (1919, p. 15, 17 f., 30) an: Er vermutet bei Zipplingen (vgl. Fraas' neue Fig. 2, p. 17, Zipplinger Höhe), am Kreuthof, bei Christgarten, an der Ringlesmühle und bei Hürnheim ein Emporreißen der bunten Breccien bzw. des Grundgebirgs (die bereits bei der Riessprengung erstmals disloziert worden waren) durch die Eruptionen der Ries-Tuffe; in der Altenbürg fallen unter den Tuffen die großen, graugebrannten Blöcke von vergriestem Weiß-Jura auf, den die Explosion der Suevite gleichfalls schon vorfand und in ihre Tuffmassen mit einschloß. Klar haben Branca und Fraas diesen Nachweis bereits 1901 erbracht[1], v. Knebel hat ihn durch neue Beobachtungen bei Rohrbach, Burg-Magerbein und Zöschingen erhärtet, wo er Griesblöcke im vulkanischen Tuff eingelagert fand[2]. Nach Endriss scheint auch der Tuff in der Oberen Heide bei Osterhofen die Bunte Breccie durchbrochen zu haben[3]. Koken fand am Kampf „aufgepreßten" braunen Jura und Keuper sowie Breccien in der Goldbachsenke vom Heerhof bis Pflaumloch von vulkanischen Explosionen durchschlagen[4]. Es ist also zweifellos, daß die suevitischen Ausbrüche im Ries und Vorries der Entstehung dieser Griese und bunten Breccien nachfolgten; mit andern Worten: Die Riessprengung ging voraus, die suevitischen Explosionen folgten nach. Im gleichen Sinne hatte ich (a. a. O. 1914, p. 11 f., 14) geschlossen: Zunächst eine oder mehrere spaltenerweiternde oder -erzeugende Vor-

[1] W. Branca und E. Fraas, Das vulkanische Ries bei Nördlingen. Abh. K. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1901, p. 125.

[2] W. v. Knebel, Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen im vulkanischen Ries bei Nördlingen. Inaug.-Diss. Berlin (Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.) 1902. p. 83; — Weitere Beobachtungen am vulkanischen Ries bei Nördlingen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1903, p. 27 f., 34; — a. a. O. 1903, p. 285 ff.

[3] K. Endriss, Geologische Untersuchung des vulkanischen Tuffvorkommens in der Oberen Heid bei Osterhofen auf dem Härtsfeld. Berichte üb. d. Versamml. d. Oberrhein. geol. Ver. **36**. 1903, p. 20—28.

[4] E. Koken, Beiträge zur Kenntnis des schwäbischen Diluviums. N. Jahrb. f. Min. etc. 1901. Beil.-Bd. XIV. p. 165; — Die Schliffflächen und das geologische Problem im Ries. N. Jahrb. f. Min. etc. 1901. II. Sonderabdruck p. 2; — Geologische Studien im fränkischen Ries. N. Jahrb. f. Min. etc. 1902. Beil.-Bd. XV. p. 436.

explosionen, welche das über und in dem Riesgebiet vorhanden gewesene Oberflächen- und Grundwasser in den „oberen Magmaherd“ hinabdringen ließen (vgl. die Abbildung, a); gleich darauf die Hauptexplosion (= Riessprengung = BRANCA's und E. FRAAS' große „Kontakt“-Explosion); hierauf die (suevitischen) Nachschübe der kleineren vulkanischen Ausbruchstellen aus „unteren Magmaherden“, den jetzigen „Lakkolithen“ (vgl. die Abbildung p. 336, b). Es beruht daher auf Irrtum, wenn E. FRAAS (a. a. O 1919, p. 30) erklärt, ich müsse, „auch ohne es einzugestehen“, mit einem „Rieslakkolith“ rechnen: Ich habe vielmehr schon in meinen ersten Veröffentlichungen klar und deutlich mit solchen Lakkolithen gerechnet, sie sogar mehrfach zeichnerisch dargestellt [1], und wiederhole dies in beifolgender Abbildung mit geringfügigen Abänderungen zur Darstellung des Keupers in der REUTER'schen Tiefbohrung S Bahnhof Nördlingen und der inzwischen festgestellten ausgedehnteren Süßwasservorkommen (T) vor der großen Sprengung (vgl. unten). Was ich bestreite, ist lediglich, daß diese Lakkolithe auch einen „Riesberg“ aufgepreßt haben müßten. Das ist um so weniger notwendig, als SAUER nunmehr beim Riesgebiet den einzigartigen Fall einer regionalen Einschmelzung festgestellt hat (Begleitworte Bopfingen 1919, p. 15): Eine solche braucht in keiner Weise mit großer Volumenvermehrung und Aufpressung verbunden zu sein (vgl. oben, II b), abgesehen von den andern Möglichkeiten, die ich (a. a. O. 1914, p. 9 f.) andeutete.

d) Die Vergriesung des weißen Jura und seine Verkittung zu festem Gestein ging den suevitischen Nachschüben voraus. Riessprengung und suevitische Nachschübe sind zeitlich getrennt durch eine, geologisch gesprochen, ganz kurze Zeit, welche dazu ausgereicht hat, die losen Breccien su verkitten [2]. Da nach v. KNEBEL die (suevitischen) Explosionsprodukte östlich von Ehingen im Tale bei Schaffhausen das Liegende des obermiocänen Sprudelkalks bilden und bei Hainsfarth obermiocäner Süßwasserkalk über vulkanischem Tuff liegt [3], so muß der Suevit-Tuff dort älter als der Kalk sein, desgleichen die Riessprengung, weil sie noch älter ist wie die Tuffe (vgl. oben, II c). Noch während der Seekalkablagerungen kam es zu Gasexhalationen, welche die Sprudelkalke bildeten [4]: Die letzten, nach den Fossilien der Sprudelkalke noch obermiocänen, zutage gehenden Äußerungen des Vulkanismus, wenn man von den bis in die Neuzeit fortdauernden Erdbeben absieht.

---

[1] a. a. O. 1910, p. 523; 1911, p. 33; 1912, p. 65.

[2] v. KNEBEL, a. a. O. 1903, p. 34, 285.

[3] a. a. O. p. 286, 288.

[4] OBERDORFER, a. a. O. 1905, p. 37. — v. GÜMBEL, Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb. 1891, p. 213.

„Stellen sich keine Schubdecken ein, so wird die bunte Breccie von tertiären Süßwasserkalken direkt überlagert. Dies scheint ein gewisses Normalprofil im Ries darzustellen, aus dem hervorgeht, daß die bunte Breccie nach der Rieskatastrophe vielfach die Oberfläche des evakuierten Kessels bildete, auf welcher nun die jüngeren tertiären Absätze zur Ablagerung kamen" (E. FRAAS 1919, p. 17). Diese bunte Breccie entspricht vollkommen meinem „Trümmerfeld von Grundgebirge, Keuper, Jura und Tertiär" (vgl. die Abbildung, b): Herausgesprengtes Gesteinsmaterial, das gleich nach der großen Ries-Explosion wirr in den Kessel und auf seine Ränder herabfiel. Wo diese Trümmer-Breccie von einer „geschobenen und gepreßten Weiß-Jura-Decke" (FRAAS) überlagert wird, läßt sich das im Rahmen der Sprengtheorie ungezwungen mit etwas langsamerem Schub[1] oder Flug dieser schweren Massen erklären: Das leichtere Material der Breccien fiel zuerst zu Boden, die größeren „Decken", Klippen und Blöcke folgten mit geringerer Anfangsgeschwindigkeit nach, daher die Überlagerung. Selbstverständlich ist bei Sprengmassen auch umgekehrte Lagerung möglich, je nach der Wölbung der einzelnen Flugbahnen.

Unmittelbar nach der Sprengung muß in dem „evakuierten Rieskessel"[2] die Ansammlung zuströmender Oberflächenwässer aus alten Fluß-[3] und Bachbetten begonnen, die Füllung des Riessees mag etwa 100 Jahre in Anspruch genommen haben[4]. Gleichzeitig begannen die Seeablagerungen, nach SANDBERGER[5] zunächst Konglomerate, darauf harte, drusige, kalktuffartige reine und dolomitische Kalke, z. T. aus *Hydrobia*- und *Cypris*-Schalen mit ganzen Nestern aus *Helix platychelodes*, z. T. Kalke an „Ausbruchstellen starker Quellen" (Sprudelkalke); bei Trendel über dem Konglomerat Kalke mit *Hydrobia*, *Helix* u. a., darauf schmutzig-gelbliche dolomitische plattige Kalksteine, fossilleer, darüber hellgraue sandige Mergelkalke mit *Helix platychelodes, Pupa Nördlingensis, Chara inconspicua* und *Melanopsis* sp.; *Helix sylvana* ist mehrfach im Rieskalk nachgewiesen, wenn auch nicht so häufig wie *platychelodes*. SANDBERGER hielt daher den Rieskalk zunächst für jünger als den gewöhnlichen *Sylvana*-Kalk. Die Braunkohlenbildung im Ries möchte er für etwas älter halten als den Rieskalk, sie enthält u. a. *Planorbis laevis*, „eine bekannte Versteinerung der oberen Süßwassermolasse".

[1] Über Schubwirkung bei großen Sprengungen vgl. auch HEYER, Die Bergtechnik im Minenkrieg. Braunkohle. XVIII. 50. 1920. p. 670.

[2] DEFFNER und O. FRAAS, Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte Blatt Bopfingen und Ellenberg. 1877, p. 33.

[3] Nach RECK; vgl. W. KRANZ 1913, p. 79 f.

[4] Nach A. FRICKHINGER 1904, p. 88, rund 90 Jahre.

[5] SANDBERGER, a. a. O. 1870—1875, p. 622—628; vgl. auch v. GÜMBEL, Über den Riesvulkan. Sitzungsber. Bayer. Ak. Wiss. 1870, p. 192; DEFFNER und O. FRAAS, a. a. O. 1877, p. 12—19.

Im ganzen stellt er die Tertiärbildung des Ries „vermutungsweise in eines der höchsten Niveaus des Obermiocäns.“ Später änderte SANDBERGER[1] seine Ansicht insofern, als Funde von *Melanopsis Kleinii* KURR, *Neritina crenulata* KL., *Planorbis cornu* var. *Mantelli* DUNKER, *Pl. laevis* KL, *Limnaeus dilatatus* NOULET, *Helix Kleinii* KRAUSS, *H. sylvana* KL., *Patula englyphoides* SANDB. und *Chara inconspicua* HEER in den oberen Süßwasserschichten von Trendel auf typischen *Sylvana*-Kalk hinwiesen. „Der Rieskalk ist also älter als dieses Niveau, aber zweifellos jünger als die Eruptiv-Gesteine des Rieses, da er Schlacken-Agglomerate derselben z. B. bei Schmähingen überlagert und stellenweise, wie am Wenneberg, größere und kleinere Brocken derselben einschließt.“ Aus alle dem folgt aber mit zwingender Logik, daß auch die Riesbildung selbst, d. h. die große zentrale Explosion, im Obermiocän stattgefunden haben muß, wie ich bereits 1908 (a. a. O. p. 611 f.) darlegte.

Wenn es hierfür noch eines Beweises bedürfte, so müßte er durch die Lagerungsverhältnisse der Lauchheimer Breccie erbracht werden können. Heute zweifelt wohl niemand mehr daran, daß sie aus dem Ries stammt. Bei ihrer großen Entfernung vom Riesrand — rund 8—10 km — ist es hier unmöglich, vulkanischen „Deckenschub“ anzunehmen; diese Masse kann m. E. nur durch die Luft dorthin geflogen sein, als Sprengschutt aus dem Explosions-Kessel. Abrutschen von einem hypothetischen „Riesberg“ wird man bei einem so weit entfernten und so hoch liegenden Vorkommen wohl nicht mutmaßen wollen. Die Hauptschrammen in nahezu O—W-Richtung (E. FRAAS 1919, p. 19) entsprechen genau der Richtung des Sprengschusses aus dem Ries, die in N 35° W verlaufenden Nebenschrammen[2] lassen sich durch nachträgliche Rutschungen am Gehänge bzw. in Richtung talabwärts erklären. Die großen Blöcke und Schollen haben das Kritzen der Haupt- und Nebenschrammen bewirkt. Mit dem heftigen Aufprallen nach dem Sprengschuß stimmt auch die starke Vergriesung dieses Vorkommens überein. Überhaupt kann mit Flug durch die Luft infolge der ungeheuren Kraft, die bei der Riessprengung frei geworden sein muß, das Vorkommen jeder noch so weit vom Riesrand entfernten „Umwälzungssporade“[3] oder Vorries-

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. I. p. 76 f.

[2] Nach O. FRAAS, Über den Lauchheimer Eisenbahntunnel (Jahresh. Nat. Württ. 1864, p 33—37) verlaufen die Schrammen in hora $6\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$, vgl. auch seine Geognost. Profilierung der Württemb. Eisenbahnlinien. 3. V. 1885, p. 9. — Auch die Schrammen der „Scheuerfläche von Weilheim“ (v. AMMON, Geognost. Jahresh. 18. 1905 [1907], p. 157) entsprechen mit ihrer W—O-Richtung genau der Richtung des Sprengschusses aus dem Ries.

[3] DEFFNER und O. FRAAS, a. a. O. 1877, p. 31. — Nach v. GÜMBEL würde auf bayerischem Gebiet die weiteste Entfernung der Klippen vom Riesrand etwa 20 km betragen (Erläut. Bl. Nördlingen, p. 11).

Klippe ohne weiteres und einleuchtend gedeutet werden, eine Erscheinung, deren Möglichkeit jeder Sprengtrichter erweist. Die Mehrzahl der Kriegsgeologen wird ja wohl Gelegenheit gehabt haben, nunmehr die Richtigkeit dieser Anschauungen zu erkennen [1], die ich auf Grund meiner Erfahrungen im Pionierdienst schon seit 1910 (a. a. O. p. 524) vertrete und 1912 (a. a. O. p. 60—64) durch meinen Sprengversuch am Riesmodell erhärtete.

In Verbindung mit dem Lauchheimer Vorkommen am Bildwasen wurden nun Landschneckenkalke gefunden, die für das Alter der Breccie und damit für die Zeit der Riessprengung selbst maßgebend sein können. O. Fraas, der den Tunnel dort im Bau gesehen hat, schreibt 1864 (a. a. O. p. 34 [2]): „Zwischen diesen Jurafelsen liegen Trümmer tertiären Gebirges und zwar in großen Blöcken Pisolithe mit Landschnecken“ etc. „Ohne alle Regel liegt neben Granit ein tertiärer Brocken.“ Deffner [3] zeichnet 1870 tertiären Kalk in der Lauchheimer Breccie und berichtet von miocänen *Helix*-Kalken sowie Braunkohlen-Tonen, welche in dem Schube in großen Maßen vertreten sind. Die Braunkohlen-Tone und grauen *Cypris*-Mergel stammten nach Deffner sicher aus dem Ries. Er erwähnt ferner *Helix*-Kalke, die mit Jura-Blöcken, Granit usw. in die gleiche Tuffmasse eingewickelt sind. Koken [4] fand 1902 auch am Käsbühl „porösen Obermiocänkalk und pisolithische Kalke mit Schnecken“. Branca [5] erwähnt 1913 weißen Kalkstein und grauen Kalkmergel mit *Helix*-Steinkernen, die mit nicht völliger Sicherheit zu *H. sylvana* bzw. *platychelodes* gestellt werden können. Sie wurden z. T. an der Westseite des Röttinger Tunnels von Branca in der Breccie gefunden, z. T. rühren die „in der Tübinger Sammlung liegenden“ nach Branca aus der Zeit des Eisenbahnbaues her. Ich habe vergeblich versucht, eine Neubearbeitung dieser älteren Aufsammlungen zu veranlassen: Sie fanden sich trotz längerem Suchen durch die Herren Dr. C. Jooss und Örtle bzw. Dr. Dietrich weder in Tübingen, noch in Berlin; auch nicht in der Naturaliensammlung zu Stuttgart. — v. Ammon stellte in der Trümmerbreccie des Bahneinschnitts von Weilheim einen pisolithischen Block von obermiocänem hellrötlich-gelbem Süßwasserkalk mit *Helix*-Resten fest,

[1] vgl. Heyer, a. a. O. 1920.

[2] vgl. auch O. Fraas, Geognost. Profilierung 1885, p. 8.

[3] Deffner, Der Buchberg bei Bopfingen. Jahresh. Nat. Württ. 1870. Taf. III Fig. 1. p 121 f.

[4] Koken, Geol. Studien im fränkischen Ries. N. Jahrb. f. Min. etc. 1902 Beil.-Bd. XV. p. 459.

[5] Branca, Vorries. Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1903. p. 98 f. Die dort ausgesprochene Ansicht, daß *Helix sylvana* nicht auf das Obermiocän beschränkt sei, sondern bereits in den untermiocänen *Rugulosa*-Kalken auftrete, ist inzwischen widerlegt.

„die offenbar auf *H. platychelodes* SANDB. zu beziehen sind“ [1]. BRANCA und E. FRAAS haben in der bunten Breccie von Weilheim rote pisolithische Kalke mit *Helix platychelodes* (?), einer gekielten *Helix*, *Archaeozonites*, *Triptychia* und *Tudora* gefunden, nach O. BÖTTGER sehr wahrscheinlich obermiocän [2]. Diese letzteren, in trockenem Zustand etwas gebleichten, aber noch ziemlich roten Pisolithe lagen in der Stuttgarter Naturaliensammlung ohne nähere Fundortangabe zwischen den durch SCHÜTZE bearbeiteten „Alttertiären Land- und Süßwasserfossilien aus der Bunten Breccie von Weilheim“ [3] und den Funden von Amerbach [4]. Herr Dr. C. JOOSS hatte die Güte, die Schnecken in den (jüngeren) Pisolithen von der Bahnlinie Donauwörth—Treuchtlingen durchzusehen und fand darunter *Cepaea platychelodes* (SANDB.) = *sylvestrina* (SCHLOTH.): Das Leitfossil der obermiocänen Pisolithe der Riesgegend (vgl. unten) und der obermiocänen Süßwasserkalke des (inneren) Riesbeckens selbst [5]. Bei den übrigen Stücken gestattete der Erhaltungszustand keine sichere Bestimmung.

Das alles beweist zunächst, daß auch schon kurz vor der Riesbildung in ausgedehnterem Maße, als bisher angenommen wurde, Süßwasser über dem Gebiet vorhanden war, welches außer dem Grundwasser den Wasserdampf für die Riessprengung liefern konnte [6]. Nun beobachtete E. FRAAS (a. a. O. 1919, p. 19 f) 1901 in einem künstlichen Anschnitte der Eisenbahnböschungen neben dem Röttinger Tunnel und im Juni 1914 bei einer Rutschung an der Westseite des Tunnels u. a. Süßwasserkalke nicht in der Bunten Breccie selbst, sondern in einer „Anhäufung von Brocken am Oberrande der Böschung über der Breccie“. Sie lieferten Steinkerne, die sich noch in der Stuttgarter Naturaliensammlung fanden und die Herr Dr. C. JOOSS kürzlich folgendermaßen zu bestimmen die Freundlichkeit hatte:

Zonites (Aegopis) costatus (SANDB).,
Pseudochloritis incrassata (KL.; bei E. FRAAS *Helix inflexa*),
Cepaea sylvestrina (SCHLOTH.) = *platychelodes* (SANDB.; bei E. FRAAS *Hel. platychelodes* und *Hel.* Gruppe der *Silvana*),

[1] v. AMMON, Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten am Ries und an anderen Punkten der Donauwörth—Treuchtlinger Linie. Geognost. Jahresh. **16**. 1903 (1905), p. 178; — Die Scheuerfläche von Weilheim in Schwaben. Ebenda. **18**. 1905 (1907), p. 156.

[2] W. BRANCA und E. FRAAS, Die Lagerungsverhältnisse bunter Breccie an der Bahnlinie Donauwörth—Treuchtlingen und ihre Bedeutung für das Riesproblem. Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1907. p. 29 f.

[3] in BRANCA und FRAAS a. a. O. 1907, p. 15—29.

[4] C. H. JOOSS, a. a. O. 1912.

[5] W. WENZ, Zur Nomenklatur tertiärer Land- und Süßwassergastropoden. III. Senckenbergiana, Bd. I. No 6. 1919, p. 238; — *Helicites sylvestrinus* SCHLOTHEIM. Ebenda. Bd. II. H. 1, p. 19—22.

[6] vgl. W. KRANZ, a. a. O. 1910, p. 521; 1913, p. 79 f., 81, 85; 1914, p. 15.

Triptychia (Eutriptychia) grandis (Kl.),
Limnaea dilatata (Noulet).

Das anhaftende Gesteinsmaterial ist durchweg ein weißlicher bis leicht fleischrötlicher pisolithischer Kalk. — Ferner liegt in der Stuttgarter Naturaliensammlung von Herrn Oberbaurat Wundt 1902 am Röttinger Tunnel gesammelter pisolithischer Landschneckenkalk mit Heliciden, darunter nach Bestimmung durch Herrn Dr. Jooss ein typischer Steinkern von *Cepaea sylvestrina (= platychelodes)*. Ob letzteres Material in oder über der Breccie gefunden wurde, ließ sich nicht mehr feststellen. Bis jetzt hat jedenfalls E. Fraas allein solche obermiocänen pisolithischen Landschnecken- und Süßwasserkalke über der Lauchheimer Breccie gesehen, während alle übrigen Funde, soweit ihre Herkunft sicher verbürgt ist, in der Lauchheimer Breccie selbst lagen. Besonders schwerwiegend sind in dieser Beziehung die Zeugnisse von Deffner und O. Fraas (vgl. oben), welche die Bahn im Bau, also die Breccie in großer Fläche anstehend und vollständig freigelegt gesehen haben. — Bei einem Besuch der Röttinger Bahneinschnitte Ende Februar 1920 fand ich die Rutschung an der Westseite des Tunnels noch im Gang und nahe beim Ostportal des Tunnels in der S-Böschung des Einschnitts zwei kleinere Rutschungen. Letztere zeigten nur schwach ausgeprägte Abrißwände, darin graue Kalkmergel und harten verkitteten Breccienkalk (Griesfels). Dicht W vom W-Portal des Tunnels untersuchte ich die Abrißwände der Rutschung in der hohen nördlichen Bahnböschung. Diese Rutschung war oben bis an den Südrand der Straße Lauchheim—Aufhausen gediehen. In ihren frischen, meist mehrere Meter hohen Abrißwänden waren erkennbar: Zu oberst, in der flachen Oberfläche des westlichen Teiles vom Bildwasen-Sattel, viele größere und kleinere Blöcke Weiß-Jura-Kalk, z. T. mit Belemniten, aber keine tertiären Süßwasserkalke, wie sie E. Fraas dort oben sah; die größten Blöcke waren oft mehrfach geborsten, obwohl sie auf weichem, mergeligtonigem, bisweilen lehmigem Material wie auf einem Polster liegen. In diesem (liegenden) Zwischenmittel stecken weiter unten, in wirrem Durcheinander, in der eigentlichen „Lauchheimer Breccie“: Putzen aus rotem, durch feine Glimmerblättchen feinsandigem Ton; zuckerkörniger Kalkstein; grauschwarzer Tonmergel; verkittete Kalkbreccien (Griesfels); Putzen und Schlieren eines mürben, im bergfeuchten Zustand fleischroten, trocken rötlichweißen Mergelkalks mit vielen meist erbsengroßen, z. T. bis walnußgroßen Kalkkonkretionen. In diesem Pisolith, der mit den vorgenannten pisolithischen fossilführenden Kalken in der Stuttgarter Sammlung genau übereinstimmt, kommen nach Angabe eines Bahn-Vorarbeiters kleine Schnecken vor, ich fand im Schutt eines solchen zermürbten Kalkblocks am Fuß der

Rutschung einen Steinkern und ein Bruchstück, die Herr Dr. C. JOOSS als *Cepaea sylvestrina = platychelodes* bestimmte. Ein älteres Handstück desselben pisolithischen Kalkes mit darinsitzenden Schnecken vom gleichen Fundpunkte am Fuß der Rutschung beim Westportal des Röttinger Tunnels stellte mir in dankenswerter Weise Herr Eisenbahnbauinspektor FELL (Aalen) zur Verfügung. Nach seiner Mitteilung stammte das Material „zweifellos von halber Höhe der Böschung. Auf Veranlassung des Herrn Oberbaurat v. WUNDT kam damals“ (Juni 1914) „ein Beamter des Naturalienkabinetts und hat die Kalkstücke mit Schnecken ausgesucht; diesem hat der Bahnmeister von Bopfingen auch das seinige mitgegeben, weil ersterer ein solch schönes nicht fand. Weitere Stücke sind nicht mehr vorhanden.“ Es handelt sich dabei offenbar um das obengenannte, von E. FRAAS gesammelte und durch C. JOOSS bestimmte obermiocäne Material, das also wenigstens teilweise nicht vom Oberrande der Lauchheimer Breccie, sondern aus halber Höhe bzw. vom Fuß der Böschung stammt. Aus dem Handstück des Herrn FELL präparierte ich die Landschnecken heraus, Herr Dr. JOOSS hatte die Güte, auch diese zu bestimmen und fand:

Bruchstücke und eine Embryonalwindung von Cepaeen, vermutlich von *C. sylvestrina = platychelodes.*

Zonites (Aegopis) costatus SANDB.

Die Sachen liegen jetzt gleichfalls in der Stuttgarter Naturaliensammlung.

Nach alledem lagen zweifellos die pisolithischen Süßwasser- und Landschneckenkalke in der Lauchheimer Breccie; sie gehören nach JOOSS dem unteren Obermiocän, = Tortonische Stufe, an, nach der Einteilung von DIETRICH und KAUTSKY [1] dem obermiocänen jüngeren Vindobon. Daß sich diese Pisolithe petrographisch und faunistisch von den eigentlichen hellen Rieskalken mit *Hydrobia*, *Cypris* usw. unterscheiden [2], erscheint verständlich, wenn die rötlichen pisolithischen Kalke **vor** der Riessprengung entstanden, die lichten Sinterkalke usw. dagegen im Rieskessel **nach** der großen Explosion. Übrigens dürften sich die von DEFFNER in der Lauchheimer Breccie gefundenen Braunkohlen-Tone und *Cypris*-Mergel (vgl. oben) von entsprechenden Bildungen im Rieskessel selbst nicht unterscheiden; sie bilden gewissermaßen ein Bindeglied zwischen den kurz vor und nach der Sprengung entstandenen Ablagerungen.

(Schluß folgt.)

---

[1] W. O. DIETRICH und F. KAUTSKY, Die Altersbeziehungen der schwäbischen und schweizerischen oberen Meeresmolasse und des Tertiärs am Südrand der Schwäbischen Alb; dies. Centralbl. 1920, p. 248, 252.

[2] BRANCA und FRAAS, a. a. O. 1907, p. 31.

Über sogenannte Mortoniceraten des Gault.

Von **Carl Stieler** in Berlin.

Mit 9 Textfiguren.

(Schluß.)

Die Reihe *Roissyanum—Delaruei—cristatum—Bouchardianum—inflatum* ist nicht nur aus morphologischen Gründen aufgestellt, in derselben Reihenfolge treten die Arten, zum mindesten in Europa, auch stratigraphisch auf. Das schließt nicht aus, daß Vorläufer und Nachzügler auch einmal in einer anderen Zone gefunden werden; auch soll damit durchaus nicht ausgesprochen werden, daß z. B. aus allen Formen von *cristatum* sich *Bouchardianum* entwickelte. Man wird zur Annahme genötigt sein, daß nur eine beschränkte Anzahl von Individuen sich in der Stammlinie hielt, und zwar gerade die Formen, die den Typus der jeweilen Art nicht sehr ausgeprägt aufweisen. Im ganzen läßt sich innerhalb des Stamms eine Verminderung der Anzahl der Hilfsloben feststellen, von den zwei, die ich durchgängig bei *Roissyanum* fand, bis zu keinem bei *inflatum*. Von dem Verhältnis Höhe : Breite des Querschnitts kann dies, wie schon unter *Roissyanum* erwähnt, nicht abhängen. Auf eine andere Korrelation sei aber hingewiesen, die Pia schon bei Oxynoticeraten [1] fand: zwischen der Breite des Externlobus und der Divergenz seiner Äste einerseits und der Gestalt der Externregion andererseits. Pia stellt fest, daß bei wachsender Kielregion der Außenlobus verbreitert, der Winkel zwischen seinen Ästen immer stumpfer wird. Bei den typischen Inflaticeraten sind die beiden Äste, die das Siphonalsättelchen bilden, in Schwalbenschwanzform ausgebildet. Das sind die Formen mit breiter, scharf von den Flanken abgesetzter Außenseite und niedrigem Kiel. Bei den typischen Oxytropidoceraten mit hohem Kiel kann der Winkel zwischen beiden Ästen derart stumpf sein, daß man von einem Siphonalsättelchen überhaupt kaum mehr sprechen kann. Aber auch die ganze Gestalt des Außenlobus scheint vom Querschnitt abhängig zu sein. Die erwähnte Trapezform tritt um so deutlicher in Erscheinung, je schmäler die Außenseite und je weniger diese von den Flanken abgesetzt, je höher der Kiel ist; die Rechteckform um so mehr, je breiter und abgesetzter die Außenseite, je niedriger der Kiel ist.

Um auf den erwähnten Stamm innerhalb der Gattungen *Oxytropidoceras—Inflaticeras* zurückzukommen, so sind die übrigen gekielten Gaultammoniten als Seitenäste dieses Stamms aufzufassen. Wie im folgenden nachgewiesen wird, entwickelte sich in Süd-

[1] v. Pia, Untersuchungen über die Gattung *Oxynoticeras*.... Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 23. p. 142. Wien 1914.

amerika ein solcher Seitenast, der durchaus das Gepräge der Oxytropidoceraten beibehält, unter Erwerbung von Bauchknoten parallel mit den Inflaticeraten.

Auch die Gattungen *Falloticeras* Par. u. Bon. und *Brancoceras* Steinm. emend. Stiel.[1] spalten sich von diesem Stamm ab. Beide umfassen degenerierte Formen. Bei *Falloticeras* scheint sehr frühzeitige Abspaltung und nur kurze Lebensdauer sichergestellt zu sein; nicht so einfach sind die Formen der Gattung *Brancoceras* zu deuten. Die zonenmäßige Festlegung des Auftretens der an sich nicht häufigen Stücke läßt sich aus der Literatur nicht bewerkstelligen. Merkwürdig ist die, trotz der verhältnismäßigen Seltenheit der Stücke, weltweite Verbreitung der Gattung: bekannt ist sie aus Europa, Madagaskar und Südamerika. Ehe nicht durch eine Reihe neuer Funde die Zone festgelegt wird, ist nicht zu entscheiden, ob es sich nur um entartete Varicosen handelt Die Lobenlinie mancher (nicht aller) Stücke zeigt nämlich Anklänge an die der Oxytropidoceraten. Im übrigen ist gerade die Lobenlinie der einzelnen Stücke recht verschieden, gemeinsam ist allen nur eine $\pm$ weitgehende Reduktion der einzelnen Lobenelemente („ceratitische Lobenlinie"). Die Frage bleibe daher offen, ob die Brancoceraten überhaupt eine genetische Einheit darstellen, und *Brancoceras* nicht nur ein Sammelname ist für degenerierte Formen mehrerer Arten der Gattungen *Oxytropidoceras* und *Inflaticeras*. Es erhebt sich hier eine Reihe von Fragen: Unmöglich kann man in den Brancoceraten die Ahnen von *varicosum* sehen. Treten sie vor *varicosum* auf, so ist eine Lobenlinie mit Anklängen an die der Oxytropidoceraten als konservatives Element zu deuten, das Verlieren des Kiels im Alter kann aufgefaßt werden als hervorgerufen durch die Annahme von Lebensgewohnheiten seitens eines oder einiger Zweige; Lebensgewohnheiten, die erst später ein großer Ast des Stamms, *varicosum*, annahm. Man kann aber auch etwas anderes darin erblicken: Wie in einer folgenden Arbeit belegt wird, spricht eine Reihe von Anzeichen dafür, daß der Stamm an phyletischer Altersschwäche zugrunde ging. Einzelne Seitenzweige zeigen ausgesprochene Degenerationsmerkmale schon zu einer Zeit, in der die Degeneration im Hauptstamm nur latent vorhanden ist. Treten die Brancoceraten dagegen mit oder nach *varicosum* auf, so sind Lobenlinien mit Anklängen an Oxytropidoceraten atavistisch zu deuten.

Bei der Durchsicht des mir zur Verfügung stehenden Materials fanden sich auch gekielte Kreideammoniten aus Südamerika, besonders eine Anzahl von Stücken, die Karsten aus den Stinkkalken von Barbacoas in Venezuela gesammelt hat, die dem oberen Gault

---

[1] Stieler unveröff. Dort findet sich auch die Begründung, warum *varicosum* Sow. zur Gattung *Inflaticeras* zu rechnen ist.

angehören. Von SCHLAGINTWEIT[1] und einer Reihe anderer Autoren werden aus Südamerika eine ganze Anzahl von gekielten Gault-ammoniten, die auch in Europa bekannt sind, beschrieben, so *Roissyanum* (im weiten Sinn von SCHLAGINTWEIT), *inflatum*, *varicosum*, *Bouchardianum*. Auch Brancoceraten i. e. S. kommen dort vor. Aus dem Gault von Barbacoas konnte ich sicher bestimmen: *inflatum*, *Bouchardianum*, *varicosum*. Auf zwei neue Formen sei jedoch noch hingewiesen.

Oxytropidoceras venezolanum n. sp.

Schloenbachia inflata SCHLAGINTW. a. a. O. p. 80 ff.

cf. *Schloenbachia* sp. ind. CHOFFAT et LORIOL, Matér. pour l'étude strat. et pal. de la Province d'Angola. p. 67. Taf. 2 Fig. 1. Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève. Genf 1888.

SCHLAGINTWEIT schildert u. a. unter dem Namen *Schloenbachia inflata* einen Ammoniten, der als Typus der Art *Oxytropidoceras venezolanum* aufgestellt sei. Er weist auf „die Übereinstimmung mit gewissen Formen unter recht verschiedenen Vertretern dieser Spezies" hin, die KARSTEN bei Barbacoas gesammelt hat und meist in der Berliner Sammlung liegen. Ich gebe gerne zu, daß man versucht sein kann, nicht gut erhaltene Exemplare, wegen der im Alter ähnlichen Berippung, für Angehörige einer einzigen Art zu halten. Man kann jedoch das Material in zwei Gruppen scheiden: echte Vertreter von *Inflaticeras inflatum* und ebenso offensichtliche Oxytropidoceraten, die ich mit dem Exemplar, das SCHLAGINTWEIT schildert, und dessen Querschnitt er in Textfig. 1 und 2 abbildet, identifiziere. Dies geschieht, obgleich innere Umgänge an keinem der mir vorliegenden Stücke vorhanden sind. Es liegen vielmehr zur Untersuchung nur Bruchstücke äußerer Umgänge vor, die auf recht großwüchsige Formen schließen lassen. So beträgt die Windungshöhe des größten Stücks 12,7 cm. Doch betont ja auch SCHLAGINTWEIT, daß das von ihm abgebildete Stück nur innere Umgänge darstellt, er besitzt auch ein Stück eines jüngeren Umgangs desselben Exemplars.

Was schon auf den ersten Blick gegen die Identifikation mit *Inflaticeras inflatum* spricht, ist der Querschnitt. Bei *I. inflatum* liegt der Mittelwert Höhe : Breite einer Windung im Verhältnis 100 : 100, unter mehreren Hundert von mir untersuchten Stücken wies der extremste Abweicher in der Richtung höher als breit, das Verhältnis 100 : 80 auf. Dagegen liegt bei *Oxytropidoceras venezolanum* der Mittelwert bei 100 : 65. Da bei Barbacoas beide Typen in demselben Gestein vorkommen, überhaupt *Inflaticeras*

[1] a. a. O. Dort findet sich auch ein ausführliches Literaturverzeichnis für südamerikanische mittlere Kreide.

inflatum in typischen Stücken eine in Südamerika verbreitete Art darstellt, wäre dieser Unterschied allein hinreichend, eine neue Art aufzustellen. Der Querschnitt, vor allem aber der auffallend scharfe Kiel, weisen auf die Gattung *Oxytropidoceras* hin, eine Vermutung, die durch die Lobenlinie bestätigt wird. *Venezolanum* besitzt auch zwei Hilfsloben.

Viel schwieriger war die Frage, ist *Oxytropidoceras venezolanum* nicht identisch mit *Amm. sergipensis* White[1]. Neben weitgehender Ähnlichkeit sind allerdings auch Unterschiede vorhanden. So ist *sergipensis* bedeutend kleiner als *venezolanum*. White glaubt in einem Stück von 9 cm Durchmesser bereits ein ausgewachsenes Exemplar vor sich zu haben. Auch ist *sergipensis* weitnabliger. White nennt den Querschnitt fast rund. Fernerhin ist *sergipensis* weiter berippt als *venezolanum*. Wenn Schlagintweit von 17 Rippen auf ½ Umgang spricht, so lag ihm schon ein recht weitgeripptes Exemplar von *venezolanum* vor. Mein Material ist durchweg enger berippt, einzelne Bruchstücke würden ergänzt wohl gegen 30 Rippen auf ½ Umgang aufweisen. Rippengabelung scheint sehr selten zu sein. Schaltrippen dagegen treten häufig auf. Aber gerade in der Berippung zeigt sich so viel, was an die unter *Oxytropidoceras Roissyanum* geschilderten Verhältnisse erinnert, daß sich die Vermutung aufdrängt: steht *venezolanum* zu *sergipensis* auf der einen, zu dem anschließend beschriebenen *O. Karsteni* auf der anderen Seite nicht in demselben Verhältnis wie *O. Roissyanum* zu *Mirapelianum* bezw. den hochmündigen Formen nahe der var. *multifida*? Ich betone, daß ich vermittelnde Formen nicht kenne, ihr Vorhandensein aber nicht für ausgeschlossen halte. Sollte aber durch solche Funde, unter Berücksichtigung der stratigraphischen Verhältnisse, ein weiter Artbegriff für nötig erachtet werden, so sei vorgeschlagen, die Mittelform *venezolanum* als Artbezeichnung, *sergipensis* und *Karsteni* als Varietätsbezeichnungen zu gebrauchen.

Oxytropidoceras Karsteni n. sp.

Fig. 8 u. 9.

Es liegt nur das eine Stück, ¼ Umgang darstellend, aus den Stinkkalken von Barbacoas vor. Die Schale ist erhalten und nur lokal, um die Lobenlinie sichtbar zu machen, wegpräpariert. Am Kiel ist sie unverletzt, daher wirkt er verhältnismäßig stumpf. Auf den ersten Blick erinnert das Stück an die engnabligsten Formen von *Roissyanum*, besonders hinsichtlich der starken Kielung und des hochovalen Querschnitts; das Vorhandensein ausgeprägter Bauchknoten bei *Karsteni* unterscheidet jedoch die beiden Arten.

[1] White, Contribuições á Paleontologia do Brazil. Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro. 7. Rio de Janeiro 1887. p. 221. Taf. 24 Fig. 1 u. 2.

Die Rippen, auf genau ¼ Umgang 14, sind ganz außerordentlich kräftig entwickelt. Dies zeigt besonders die etwas schematisierte Fig. 9. Drei der Rippen verlöschen auf den Flanken, sind also Schaltrippen. Andererseits ist die Ähnlichkeit mit *O. venezolanum* nicht zu verkennen, doch wurde darüber ja schon gesprochen. Namentlich was die Ausbildung der Bauchseite, besonders der Bauchknoten, anlangt, ist sie sehr groß. Nur sehe ich im Ver-



Fig. 8. Natürl. Größe.

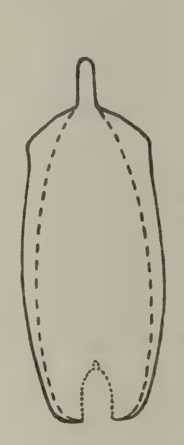


Fig. 9.

hältnis Höhe : Breite eines Umgangs wie 100 : 40, ohne Kenntnis von Zwischenformen, einen zu großen Unterschied um *venezolanum* und *Karsteni* zusammenzuwerfen. Die Lobenlinie läßt Außenlobus, Außensattel, sowie 1. Seitenlobus gut erkennen; sehr ausgeprägt ist die Trapezform des Außenlobus [1]; die Lobenlinie ist aber auch sonst für die Gattung *Oxytropidoceras* bezeichnend.

Darf man aus dem Vorkommen der in Europa bekannten Arten *Inflaticeras inflatum* Sow. sp., *Bouchardianum* d'Orb. sp., *varicosum* Sow. sp. und einem *Candollianum* Pict. sp. nahestehenden Stück im Stinkkalk von Barbacoas stratigraphische Parallelen mit Europa ziehen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Stinkkalke der Zone des *Inflaticeras inflatum* und (vielleicht sogar nur der oberen Abteilung) der des *I. Hugardianum* entsprechen. Für die Annahme, daß die Stinkkalke nicht tiefer hinabreichen, könnte man auch die Tatsache ins Feld führen, daß sich unter dem reichlichen Material

[1] s. das oben über die Korrelation Außenseite Außenlobus Gesagte.

kein Stück von *Oxytropidoceras Roissyanum* findet, während diese Art in Südamerika sonst sehr verbreitet ist. Doch kann hier natürlich auch der Zufall gewaltet haben. Immerhin liegt die Vermutung nahe, die Oxytropidoceraten hätten sich in Südamerika parallel mit den Inflaticeraten weiter entwickelt. Diese Vermutung wird durch das Exemplar von *O. Karsteni* zur Gewißheit: in demselben Gesteinsstück liegt eingebettet ein kleines *Inflaticeras inflatum*, und zwar befinden sich beide Stücke, wie ihr vorzüglicher Erhaltungszustand zeigt, in primärer Lagerstätte.

Zu erwähnen ist nur noch, daß auch Barbacoas zu dem in der Literatur mehrfach erwähnten mediterranen Gürtel gehört, in dem die gekielten Gaultammoniten Riesenformen angenommen haben.

Eine Zusammenstellung, wie, nach der mir zugänglichen Literatur, die einzelnen Arten der gekielten Gaultammoniten auf die Gattungen zu verteilen sind, soll den Schluß dieser Ausführungen bilden. Die Untersuchung, welche dieser Arten zu Recht bestehen, welche mit anderen zu vereinigen, und welche eventuell zu spalten sind, kann aus offensichtlichen Gründen an dieser Stelle nicht geführt werden. Zu erwähnen ist noch, daß manche der anschließend genannten Arten als dem Cenoman zugehörig bezeichnet werden. Ist auch die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß lokal speziell Inflaticeraten noch mit typischen Cenomanformen zusammen vorkommen, so ist die überwiegende Mehrzahl der Fälle ein Streit um Worte: ob das Vraconnien zum Gault oder zum Cenoman zu rechnen ist. Ich trete, wie schon eingangs erwähnt, dafür ein, das Vraconnien zum Gault zu rechnen, und die Grenze Gault—Cenoman da zu legen, wo *Inflaticeras inflatum* durch andere Ammoniten ersetzt wird.

Gattung *Oxytropidoceras* Stiel.

formerly

olim: *Schloenbachia* Neum. e. p. Neumayr, Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. Zeitschr. D. Geol. Ges. **27**. p. 887. Berlin 1875.

Mortoniceras Meek e. p. Meek, A report of the Invertebrate Cretaceous and Tertiary fossils of the Upper Missouri Country. Rep. U. S. Geol. Surv. Terr. **9**. p. 448. Washington 1876.

acutocarinatum Shum. in Marcy, Explor. of the Red River of Louisiana in the year 1852. Appendix p. 209. Taf. 3 Fig. 1. Washington 1853.

Belknapi Marcou. Marcou, Geology of North America. p. 34. Taf. 2 Fig. 1. Zürich 1858.

Bravoense Böse. Böse, Monografía Geológica y Pal. de México. Bol. Inst. Geol. de México. No. 25. p. 69. Taf. 3 Fig. 6, Taf. 4. Mexico 1910.

Buarquianum WHITE. WHITE, Contrib. á Paleont. do Brazil. p. 223. Taf. 24 Fig. 3—6. 7. Archivos do Museu Nac. do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 1887.

carbonarium GABB. GABB. Descr. of a collection of fossils, made by Dr. ANT. RAIMONDI in Peru. p. 269. Taf. 38 Fig. 2. Journ. Acad. Sci. Philadelphia. 2. Ser. 8. Philadelphia 1877.

Chihuahuense BÖSE, wie oben, p. 73. Taf. 5 Fig. 3—4, Taf. 7. Fig. 3—4, Taf. 8 Fig. 1—2.

Colladoni PICT. PICTET, Descr. Moll. foss. qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève. Genf 1847. p. 89. Taf. 8 Fig. 1.

Delaruei D'ORB. D'ORBIGNY, Paléont. Française. Terr. Crét. Paris 1840. p. 296. Taf. 87.

Karsteni STIEL. STIELER, diese Arbeit.

Mirapelianum D'ORB. D'ORBIGNY, Prodrome. 2. p. 124. Paris 1850.

n. sp. BÖSE, wie oben, p. 74. Taf. 8 Fig. 3—10.

Peruvianum v. B. v. BUCH, Pétrifications recueillies en Amérique par A. DE HUMBOLDT. Berlin 1839. p. 5. Taf. 1 Fig. 5—7.

Peruvianum MARCOU (non v. BUCH). MARCOU wie oben, p. 34. Taf. 5 Fig. 1.

Roissyanum D'ORB. D'ORBIGNY, Pal. Fr. wie oben, p. 320. Taf. 89.

— — var. *multifida* STEINM. STEINMANN, Über Tithon und Kreide in den peruanischen Alpen. p. 141. Taf. 7 Fig. 1. N. Jahrb. f. Min. etc. II. Stuttgart 1881.

Sergipense WHITE. WHITE wie oben, p. 221. Taf. 24 Fig. 1—2.

sp. indet. STOLICZKA, The fossil Cephalopoda of the Cretaceous rocks of Southern India. Mem. Geol. Surv. India. Calcutta 1865. p. 52. Taf. 30 Fig. 5.

sp. indet. CHOFFAT et LORIOL, Mat. pour l'étude strat. et pal. de la Province d'Angola. p. 67. Taf. 2 Fig. 1. Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. Genf 1888.

Supani LASSW. LASSWITZ, Die Kreide-Ammoniten von Texas. p. 22. Taf. 4 Fig. 3. Geol. u. Pal. Abhandl. **10**. Jena 1904.

venezolanum STIEL. STIELER, diese Arbeit.

Gattung *Inflaticeras* STIEL.

olim: *Schloenbachia* NEUM. e. p. NEUMAYR wie oben.

Mortoniceras MEEK e. p. MEEK wie oben.

Brancoceras STEINM. e. p. STEINMANN wie oben, p. 133[1].

Dipoloceras HYATT. HYATT, Text-Book of Pal. by ZITTEL, transl. and edited by EASTMAN. London 1900. p. 589.

Hystatoceras HYATT. HYATT wie oben, p. 590.

---

[1] *Brancoceras* HYATT. HYATT, Genera of Fossil Ceph. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 12, wurde 1883, *Brancoceras* STEINM. 1881 aufgestellt.

affine DE HAAN. DE HAAN, Monogr. Goniat. et Amm. p. 120. Paris 1825.

Balmatianum PICT. PICTET wie oben, p. 97. Taf. 9 Fig. 1.

Boghariense (Favrei) COQ. COQUAND, Géol. et Pal. de la région sud de la Province de Constantine. Marseille 1862. p. 172. Taf. 2 Fig. 3—4.

Bouchardianum D'ORB. D'ORBIGNY, Pal. Fr. wie oben, p. 300. Taf. 88 Fig. 6—8.

Burckhardti BÖSE. BÖSE wie oben, p. 61. Taf. 1 Fig. 1, 2, 4, 5.

Candollianum PICT. PICTET wie oben, p. 105. Taf. 11.

cristatum DÉLUC in D'ORBIGNY, Pal. Fr. wie oben, p. 298. Taf. 88 Fig. 1–5.

cornutum PICT. PICTET wie oben, p. 93. Taf. 8 Fig. 6.

corruptum STOL. STOLICZKA wie oben, p. 58. Taf. 36 Fig. 2.

Elobiense SZAJN. SZAJNOCHA, Zur Kenntnis der mittelcretacischen Cephalopoden-Fauna der Inseln Elobi an der Westküste Afrikas. p. 5. Taf. 4 Fig. 1. 49. Denkschr. Math.-naturw. Klasse K. Akad. Wissensch. Wien 1884.

gracillimum KOSSM. KOSSMAT, Unters. über die südindische Kreideformation. p. 188. Taf. 22 Fig. 7. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österr.-Ungarns u. des Orients. **9**. Wien 1895.

Hugardianum D'ORB. D'ORBIGNY, Pal. Fr. wie oben, p. 291. Taf. 86.

inflatiforme SZAJN. SZAJNOCHA wie oben, p. 4. Taf. 3 Fig. 1.

inflatum SOW. SOWERBY, The Mineral Conchologie of Great Britain. London 1812–29. 2. p. 170. Taf. 178.

Lenzi SZAJN. SZAJNOCHA wie oben, p. 4. Taf. 2 Fig. 4.

leonense CONR. CONRAD, Descr. of Cretac. and Tert. fossils. p. 160. Taf. 16 Fig. 2. Rep. of the U. S. and Mexican Boundary Surv. **1**. Washington 1857.

Neuparthi CHOFF. CHOFFAT, Nouvelles donn. sur la zone littorale d'Angola. p. 38. Taf. 2, 3 Fig. 1 u. Taf. 4 Fig. 4. Contr. à la connais. géol. des Col. Port. d'Afrique. Comm. Serv. Géol. Portugal. Lissabon 1903.

Nicaisei COQU. COQUAND wie oben, p. 323. Taf. 35 Fig. 3–4.

nodosum BÖSE. BÖSE wie oben, p. 75. Taf. 8 Fig. 11 u. 12, Taf. 9 Fig. 1—3.

Ootatoorense STOL. STOLICZKA wie oben, p. 56. Taf. 32 Fig. 2.

pachys SEELEY. SEELEY, On Amm. from the Cambridge Greensand. Ann. a. Mag. Nat. Hist. **16**. 3. Ser. p. 227. London 1865.

propinquum STOL. STOLICZKA wie oben, p. 53. Taf. 31 Fig. 1 u. 2.

proratum COQU. PERVINQUIÈRE, Études de Pal. Tunisienne. Ceph. des Terr. sec. p. 257. Taf. 11 Fig. 5—12. Paris 1907.

rostratum SOW. SOWERBY wie oben, 2. p. 163. Taf. 173.

Rouxianum PICT. PICTET wie oben, p. 99. Taf. 9 Fig. 1.

simplex CHOFF. CHOFFAT wie oben, p. 35. Taf. 4 Fig. 3.

sp. nov. indet. Böse wie oben, p. 68. Taf. 3 Fig. 1—5, Taf. 46 Fig. 6—8.
sp. Krause, Die Fauna der Kreide von Temojoh in West-Borneo. p. 22. Taf. 2 Fig. 9. Beitr. z. Geol. Ostasiens u. Australiens. 7. Samml. Geol. Reichsmuseums Leiden 1902—04.
subcristatum Deluc in Brongniart, Desc. géol. environs de Paris. p. 95. Taf. 7 Fig. 10. Paris 1822.
symmetricus Fitt. Fitton, Obs. of some of the strata betw. the Chalk and Oxf. Ool. . . . Taf. 11 Fig. 21. Geol. Transact. 2 Ser. 4. London 1836.
tectorium White. White wie oben, p. 225. Taf. 20 Fig. 6 u. 7.
Tollotianum Pict. Pictet wie oben, p. 109. Taf. 10 Fig. 5.
trinodosum Böse. Böse wie oben, p. 78. Taf. 9 Fig. 4, Taf. 10.
varicosum Sow. Sowerby wie oben, 5. p. 74. Taf. 451.
Ventanillense Gabb. Gabb wie oben, p. 273. Taf. 39 Fig. 2.
Whitei Böse. Böse wie oben, p. 63. Taf. 1 Fig. 6—9.
Zrissense Perv. Pervinquière wie oben, p. 225. Taf. 11 Fig. 17 u. 18.

Gattung *Brancoceras* Steinm. emend. Stiel.

olim: *Schloenbachia* Neum. e. p. Neumayr wie oben.
Mortoniceras Meek e. p. Meek wie oben.
Brancoceras Steinm. e. p. Steinmann wie oben.
Hysteroceras Hyatt. Hyatt wie oben, p. 590.

aegoceratoides Steinm. Steinmann wie oben, p. 133. Taf. 7 Fig. 2.
binodosum Stiel. Stieler unveröff.
Laferrerei Boule. Boule, Lemoine et Thevenin, Céph. de Diego-Suarez. p. 45. Taf. 9 Fig. 6. Ann. de Pal. 2. Paris 1907.
Senequieri d'Orb. d'Orbigny, Pal. Fr. wie oben, p. 292. Taf. 86.
— — Quenstedt, Cephalopoden. p. 212. Taf. 17 Fig. 3. Petrefactenkunde Deutschlands. 1. Tübingen 1846—49.
— — v. Buch, Über Ceratiten. p. 23. Taf. 7 Fig. 2. Berlin 1849.

Gattung *Falloticeras* Par. et Bon.

(Parona e Bonarelli, Fossili Albiani d'Escragnolles, del Nizzardo e della Liguria occidentale. p. 89. Pal. Ital. 2. Pisa 1897.)
olim: *Schloenbachia* Neum. e. p. Neumayr wie oben.

Proteus d'Orb. d'Orbigny, Pal. Fr. wie oben, p. 623.
— — Parona e Bonarelli wie oben, p. 89. Taf. 3 Fig. 1.

Berlin, im Dezember 1919.

Ein beachtenswertes Hydrozoen-Genus.

Von Prof. Dr. **E. Stechow**, Zool. Staatssammlung München.

Mit 2 Textfiguren.

Vor einigen Jahren hatte ich (Zoolog. Anzeiger, **37**, p. 193, 1911) eine eigentümliche, hoch differenzierte, völlig aberrante rezente Hydrozoe beschrieben, der ich den Namen *Dinotheca* gab. Sie gehört zu den thecaten Hydroiden, unter denen sie (in der Familie der Plumulariiden) eine ziemlich isolierte Stellung einnimmt. Schon der Weichkörper dieser Form weist eine Reihe von Eigentümlichkeiten auf. Noch mehr aber gilt dies vom Skelett, von dem verschiedene Teile fossil erhaltungsfähig sein dürften. Dies Genus gewinnt hierdurch auch für den Paläontologen ein ganz besonderes Interesse, da möglicherweise gewisse schwer deutbare Fossilien in die Verwandtschaft dieser Gattung gehören und dieser rezente Fund zu deren Aufklärung beitragen kann. Genus und Spezies sind folgendermaßen zu beschreiben:

Familie **Plumulariidae**.

Dinotheca Stechow.

Genus-Diagnose: Theken sessil, bilateral, ungedeckelt, einreihig angeordnet, U-förmig. Die Stelle, wo das Coenosark den Boden der Theka durchbohrt und in den Hydranthen übergeht, die „Hydropore“, nicht im Cladium liegend, sondern (wie bei keinem einzigen bekannten Hydroiden sonst) weit von demselben emporgehoben und oberhalb in eine Spitze auslaufend, in welcher ein starkes Bündel von Muskelfibrillen zum Zurückziehen des Hydranthen inseriert. Theken weit voneinander entfernt, jedoch keine thekenlosen Zwischenglieder. — Nematotheken unbeweglich, einkammerig: eine mediane unterhalb der Theka, völlig getrennt von derselben; zwei laterale oberhalb der Theka, mit derselben verwachsen. — (Gonosom unbekannt.)

Dinotheca Dofleini Stechow.

Stamm fiederförmig verzweigt, sehr dünn, leicht zickzackförmig, ohne jede Gliederung. Eine Vorder- und Rückseite an dem Stock kaum unterscheidbar. Cladien alternierend, ziemlich weit entfernt voneinander, an langen Stammfortsätzen, deutlich und scharf gegliedert, mit 1—3 Theken. Die Gliederung auffallend schräg verlaufend, das Cladium daher unter spitzem Winkel durchschneidend; besonders das 1. Glied jedes Cladiums gegen den Stammfortsatz scharf abgesetzt. In der proximalen Hälfte jedes cladialen Gliedes je eine Theka, mit ihren drei Nematotheken, die

distale Hälfte gänzlich frei und ohne Septen. In jedem Glied zunächst ein starkes Septum; dann die völlig isolierte mediane Nematothek; dann wiederum ein das Cladium durchsetzendes, mehr oder minder deutliches Septum; dann die große U-förmige Theka; zuletzt, etwa in der Mitte des Gliedes, die zwei lateralen Nematotheken.

Das kürzere Ende der U-förmigen Theka dem Cladium vollständig anliegend, die Thekenmündung tragend. Thekenrand etwa unter halbem rechten Winkel gegen das Cladium geneigt, vorn in



Fig. 1. *Dinotheca Dofleini* Stech. Stammstück mit drei Theken: die eine mit dem Hydranthen. Vergr. 36 : 1.

der Mitte nur mit einem einzigen, leicht nach innen gebogenen, langen spitzen Zahn; seitlich nur etwas wellig, nicht gezähnt. Der andere Schenkel der U-förmigen Theka in eine scharfe Spitze ausgezogen, im Bogen weit über das Cladium und die Thekenmündung emporragend, letztere etwas überdeckend. Dieser Schenkel des Thekenbogens der Länge nach geteilt: der innere breitere Abschnitt noch der Theka selbst angehörend und den ganzen Hydranthen beherbergend, wenn dieser vollständig zurückgezogen ist (siehe Fig. 1); der äußere dagegen einen schmalen gebogenen Gang mit einer langen Bogenreihe von 9—11 Septen bildend, dem Zutritt des Coenosarks zum Hydranthen dienend. Am Ende

dieses Ganges, etwas unterhalb der Spitze, die „Hydropore", die Durchtrittsstelle des Coenosarks durch den Thekenboden zum Hydranthen, in einem Aufsatz bestehend, der der Mündung einer Flasche gleicht und mit einer Anzahl scharfer Zähnchen besetzt ist. Die Septen, wie auf der Figur ersichtlich, nicht von der Außenkante, sondern innen von der Rückwand der Theka ausgehend. Dieser äußere Abschnitt mit der Septenreihe außen nicht in ganzer Länge als vorspringender Kamm verlaufend, sondern, besonders in seinem distalen Teil, in den Thekenabschnitt stark eingesenkt.

Drei Nematotheken an jeder Theka: eine völlig freistehende, der Theka nicht anliegende mediane mit einem starken S-förmigen Septum im Innern; zwei röhrenförmige laterale ohne Septum, die der Theka bis zu ihrem Rande anliegen, hier in stumpfem Winkel nach vorn umbiegen und sie weit überragen. Außerdem je eine cauline Nematothek in der Achsel jedes Cladiums, sowie je eine in der Mitte zwischen zwei Cladien am Stamm; diese kegelförmig, mit einer einzigen breiten Öffnung an der Spitze an der dem Stamm abgewandten Seite, alle an derselben Seite des Stammes, so daß man hiernach (nicht aber nach der Stellung der Theken!) eine Vorder- und eine Rückseite des ganzen Stöckchens unterscheiden kann. An der Basis der in den Achseln sitzenden caulinen Nematotheken ein starkes, an seinem Ende verdicktes Septum schräg in den Stamm hinein verlaufend, den Astwinkel halbierend.

Der Coenosarkstrang, der vom Cladium aus durch die Hydropore zum Hydranthen führt, tritt erst zwischen 2. und 3. Septum in den Septengang, verläuft also nur durch 7—9 Septen und dringt dann durch die enge, mit Zähnchen besetzte Öffnung hinaus. Hier biegt er scharf um und geht, in entgegengesetzter Richtung als vorher verlaufend, in den Hydranthen über. An dieser Umbiegungsstelle inseriert ein dickes Bündel von Muskelfibrillen, die sich über einen großen Teil des Hydranthenkörpers fächerförmig ausbreiten. Am anderen Ende befestigt sich dieses Bündel in der scharfen Spitze der Theka, deren Zweck offensichtlich darin beruht, daß sie dem Bündel als Insertionspunkt dient. Der Hydranth kann sich wohl kaum noch stärker kontrahieren, als es auf der Figur angegeben ist; jedenfalls kann er niemals durch die zahnbesetzte Öffnung der Septenreihe, die Hydropore, zurück. Er ist anscheinend bilateral, besitzt ein konisches Hypostom und 12—14 fadenförmige Tentakel mit einer soliden Entodermachse, die aus einer einzigen geraden Reihe kubischer Zellen besteht. Die größte dieser kubischen Entodermzellen sitzt an der Basis jedes Tentakels; diese Zellen fallen schon bei oberflächlicher Betrachtung ins Auge, so daß man sie zuerst infolge ihrer Durchsichtigkeit und der Kleinheit ihres Kernes für Hohlräume halten

kann. Die Kontraktion des Hydranthen ist infolge der gebogenen Form der Theka stets eine ungleichmäßige. Die der Rückseite, also der Septenreihe anliegende Hälfte des Hydranthen (siehe Fig. 2) ist immer viel stärker kontrahiert als die andere; das bedingt das Auftreten einer Falte oder eines Blindsackes an einer Stelle unterhalb der Tentakelbasis (siehe Fig. 2), der aber kein besonderes Organ darstellt, sondern nur eine natürliche Folge der ungleichmäßigen Kontraktion ist.

An der Hydropore fand ich einmal einen flaschenmündungsähnlichen Aufsatz, ein „Collare“, das von 12—14 langen scharfen

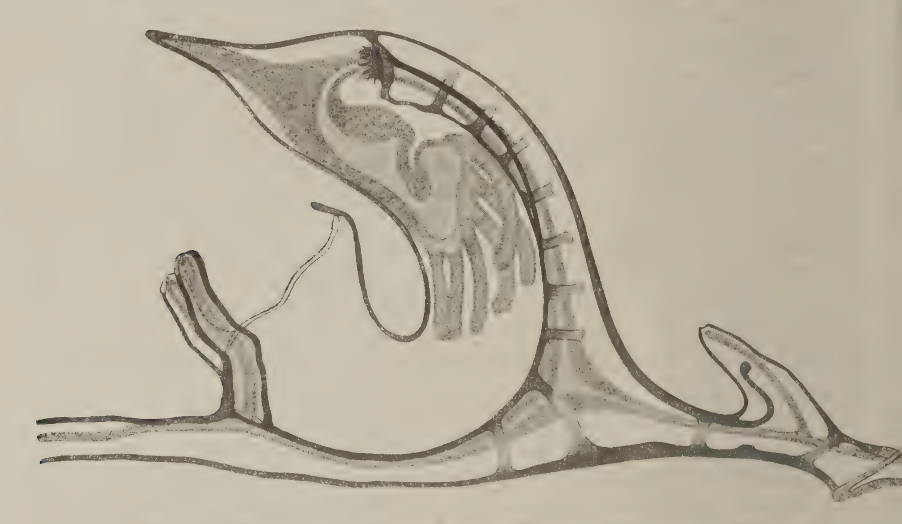


Fig. 2. *Dinotheca Dofleini* Stech. Einzelne Theka mit Hydranth. Vergr. 100 : 1.

Zähnen umgeben war (siehe Fig. 2). In anderen Fällen war dieses Collare ganz niedrig oder fehlte ganz. Immer aber war der Ring langer scharfer Zähne vorhanden. Das Collare mit seinem Stachelkranz dient offenbar nicht dazu, um ein zu weites Zurückziehen des Hydranthen bis in die Septenreihe hinein zu verhindern. Ein solches macht ja schon der große Retractor unmöglich. Sein Zweck scheint vielmehr der zu sein, nach dem Absterben eines einzelnen Hydranthen kleinen Feinden ein Eindringen auf dem Wege durch die leere Theka zu verwehren, wo sie ja sonst, wenn das Collare und die Dornen fehlten, bis an den Coenosarkstrang gelangen könnten, der zu den weiteren, mehr distal sitzenden Hydranthen desselben Cladiums zieht. Diese distalen Hydranthen würden gefährdet sein, wenn einer, der näher am Stamm sitzt, stürbe und seine Theka leer wäre.

Dieses Genus nimmt eine ziemlich isolierte Stellung im System ein, zwischen Plumulariinen und Aglaopheniinen (jedoch näher bei den letzteren), ohne indessen in die kleine von mir aufgestellte Gruppe der „Übergangsformen", Subfam. Acladiinae, hineinzupassen (siehe STECHOW, Hydroidpolypen der Japanischen Ostküste, 2. Teil, p. 43, in: DOFLEIN, Naturgeschichte Ostasiens, Abh. Bayr. Akad. Wiss., 3. Suppl.-Bd., 2. Abh.). Wenn auch die *Aglaophenia*-artigen Charaktere weitaus überwiegen, so liegen andererseits in der weiten Trennung der medianen Nematothek von der Theka, in der großen Entfernung der Theken voneinander, sowie in der kaum (nur an den caulinen Nematotheken, nicht aber an der Stellung der Theken) unterscheidbaren Vorder- und Rückseite des Stöckchens typische Plumulariinen-Merkmale; vielleicht darf man außerdem noch in dem deutlichen S-förmigen Septum der medianen Nematothek die Andeutung einer früheren Zweikammerigkeit erblicken. — Eine vielleicht nur äußerliche Ähnlichkeit besteht mit *Cladocarpus carinatus* NUTTING (American Hydroids, Part 1, Plumularidae, Smithson. Inst., U. S. Nat. Mus., Spec. Bull., p. 117 tab. 29 fig. 3—7, 1900) aus der Gegend östlich von Florida. Diese Form zeigt schon die Anlage zu der U-förmigen Krümmung der Theka, aber noch nicht die charakteristische, weit emporgezogene scharfe Spitze mit ihrem Bündel von Muskelfibrillen. Eine Ähnlichkeit in bezug auf die Form der Theka besteht ferner noch mit *Plumularia Goldsteini* BALE (siehe W. M. BALE, Catalogue of the Australian Hydroid Zoophytes, p. 137 tab. 11 fig. 9, 1884), *Halicornopsis elegans* LAMARCK (= *H. avicularis* KIRCHENPAUER) aus Australien (ibid. p. 185 tab. 10 fig. 1—2), *Plumularia diaphragmata* BILLARD und *Pl. Jedani* BILLARD (Siboga Expeditie, A. BILLARD, Hydroides, Part 1, Plumularidae, p. 40 fig. 31 und p. 41 fig. 32) aus dem Sunda-Archipel — also mit Formen sowohl aus den Plumulariinen als auch den Aglaopheniinen.

Größe: Höhe des ganzen Bruchstückes 12 mm, Länge der Internodien an den Cladien 1,1 mm, Entfernung von der emporgezogenen Thekenspitze bis zur Basis der lateralen Nematotheken 0,450—0,550 mm.

Fundort: Wahrscheinlich Südafrika.

Ich habe deswegen so genaue Angaben über diese völlig aberrante, systematisch schwer unterzubringende Form gemacht, um auf die Ähnlichkeit des Ganzen, insbesondere der Septenreihe, die ja allein fossil erhaltungsfähig sein dürfte, mit gewissen Graptolithen aus dem Ober-Silur, wie z. B. *Rastrites*, hinzuweisen.

Einige Anwendungen und Erweiterungen der Einbettungsmethode.

Von **K. Spangenberg** in Jena.

Mit 1 Textfigur.

(Schluß.)

3. Bestimmung der Lage des Schnittes bei Plagioklasen aus der Abbildung von Zwillingslamellen. Wenn man die Zusammenstellung der zahlreichen optischen Methoden zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen überblickt (vgl. z. B. Rosenbusch-Wülfing, Mikrosk. Physiographie usw. Min. II. p. 329—376 u. 4, p. 99—134), so ist zwar, wie F. Becke sagt, die Bestimmung der Gesteinsplagioklase nunmehr so durchgearbeitet, daß man kaum irgendwo über die Natur der auftretenden Plagioklase im Zweifel zu sein braucht. Doch sind die mit vielem Scharfsinn aufgestellten Bestimmungsmethoden mit Ausnahme derjenigen, die sich auf die Lichtbrechung gründen und die im vorhergehenden Abschnitt erweitert wurden, stets davon abhängig, daß die Lage des für die Bestimmung in Betracht gezogenen Schnittes einerseits schnell und andererseits eindeutig aufgefunden werden kann. Von den Methoden, die sich auf die Auslöschungsschiefe gründen, sind einige deswegen nicht anwendbar, weil sich die betreffende Fläche, an der diese bestimmt werden soll, nicht oder nicht leicht auffinden läßt. Bei anderen wieder müssen erst Hilfsbeobachtungen eine gewisse Identifizierung ermöglichen. Auch bei den vorzüglich von Becke ausgearbeiteten konoskopischen Methoden, die sich auf die Bestimmung des Winkels der Achsen oder der Achsenebenen in Zwillingen aufbauen, ist die leichte Erkennbarkeit der betreffenden Schnitte im Orthoskop für die richtige Bestimmung von ausschlaggebender Bedeutung. F. Becke gibt infolgedessen auch stets Hinweise, wie die gewünschten Schnitte erkannt werden sollen, und nicht selten dient dabei die schärfere oder verwaschene Zeichnung der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz als eines der Hilfsmittel für die Orientierung (z. B. bei Bestimmung der Winkel AB′, $AB_{,,}$ und BB′).

Beobachtungen, die bisher nur an Schliffen (aus der von C. Klein zusammengestellten Sammlung von Voigt und Hochgesang) von Albit, Oligoklas und Labradorit ausgeführt wurden, konnten zunächst vollkommen bestätigen, was besonders im Hinblick auf die eingangs entwickelten Grundsätze für die Entstehung von Abbildungen zu erwarten war. Die untersuchten Schnitte waren sämtlich senkrecht zu M (010) orientiert, gehörten also der durch die Untersuchungen A. Michel-Lévy's bekannt gewordenen sym-

metrischen Zone an, wodurch die Verhältnisse besonders leicht zu überblicken sind.

Bezeichnen wir die Brechungsindizes des einen Individuums eines Zwillings nach dem Albitgesetz z. B. mit γ_1' und α_1', die des anderen mit γ_2' und α_2', so entstehen im allgemeinsten Falle vier Bilder, die wir wie früher mit γ_1'/γ_2', γ_1'/α_2', α_1'/γ_2', α_1'/α_2' bezeichnen wollen. Wenn die Auslöschungsschiefe der Lamellen gegen die Grenze gering ist, steht in diesen Fällen demnach γ_1' nahezu parallel γ_2' und α_1' nahezu parallel α_2', und es werden im allgemeinen bei kongruenten Indexflächen nahezu identische und nahezu parallele Schnitte sich miteinander in der Zwillingsgrenze berühren. Sie können keine Abbildung liefern. In der Tat wurde bei den untersuchten Schnitten von Oligoklas von Tvedestrand. Norwegen, entsprechend seiner geringen Auslöschungsschiefe auf Schnitten 1. // *P*, 2. // Achse c und $\perp$ *M*, 3. $\perp$ *P* und $\perp$ *M* tatsächlich keine Abbildung der Zwillingsgrenze wahrgenommen. (Es ist natürlich ohne Kondensor mit möglichst enger und intensiver Beleuchtung zu arbeiten.) Dagegen zeigen die gleichen Schnitte am Albit von Schmirn (Tirol) und von Labradorit (Küste Labrador) deutliche Abbildungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz. Stellt man z. B. γ_1' // PP, so entstehen das γ_1'/γ_2'- und γ_1'/α_2'-Bild. Wie die Theorie erfordert, kann man dann (die Winkel zwischen γ_1' und γ_2' sind ja genügend groß) 1., indem der Analysator AA // γ_2' gestellt wird, das γ_1'/γ_2'-Teilbild beobachten und findet k e i n e Abbildung, wie zu erwarten, während 2., wenn AA // α_2' gestellt wird, das γ_1'/α_2'-Teilbild deutlich zu beobachten ist, und zwar ist, entsprechend $\gamma_1' > \alpha_2'$, die L a m e l l e I h ö h e r lichtbrechend. Man kann aber auch α_1' // PP stellen und nun die α_1'/γ_2'- und α_1'/α_2'-Teilbilder beobachten. Dann ist 3., wenn AA // γ_2', das α_1'/γ_2'-Teilbild sichtbar, und zwar ist, da $\alpha_1' < \gamma_2'$, jetzt L a m e l l e II h ö h e r lichtbrechend. Wenn schließlich 4. AA // α_2', so müßte das α_1'/α_2'-Teilbild entstehen, das, wie zu erwarten, n i c h t beobachtet wird.

Die wahrgenommene Abbildung der Zwillingsgrenzen besteht also in den bezeichneten Fällen beim Albit und Labradorit in Wirklichkeit aus γ_1'/α_2'- und α_1'/γ_2'-Teilbild, für die nach dem Gesagten die BECKE'sche Lichtlinie auf verschiedenen Seiten liegen muß. Dementsprechend wird folgendes beobachtet: Dreht man den Schliff oder den Polarisator bei scharfer Einstellung (ohne Verwendung des Analysators), so tritt bei manchen Schnitten (bei Albit aber bei anderen als beim Labradorit) ein Verschwinden der Abbildung ein, das, wie wir wissen, nach den oben p. 355/56 entwickelten Grundsätzen zu deuten ist. Bei anderen Schnitten tritt bei der gleichen Beobachtungsweise nur ein Flauerwerden der Abbildung ein. Zwischen diesen sich bei einer Drehung von 360° viermal wiederholenden Nullagen sind zweimal das γ_1'/α_2'-Teilbild

allein (wenn γ_1' // PP) und zweimal das α_1'/γ_2'-Teilbild (wenn α_1' // PP) allein sichtbar, und die Becke'sche Linie, die wir in diesen Fällen beobachten, liegt beim Heben einmal in der Lamelle I und einmal in der Lamelle II.

Durch diese Beobachtungen hat sich ergeben, daß 1. die theoretischen Ableitungen (vgl. 21) auf die Erscheinungen an den Zwillingsgrenzen der Plagioklase praktisch anwendbar sind, und 2. daß diese Erscheinungen schon in den wenigen untersuchten Schnitten zwischen Albit, Oligoklas und Labradorit bestimmte Unterschiede aufweisen, die sich durch die Überlegung hätten voraussagen lassen. Wenn wir des weiteren bedenken, daß, wie ebenfalls schon beobachtet worden ist, etwa gleichzeitig im Schnitt vorhandene Periklinlamellen sich teils ähnlich, teils ganz verschieden von den Albitlamellen verhalten müssen, so ist zu erkennen, daß damit nicht nur Merkmale zur Unterscheidung dieser beiden Zwillingsgesetze, sondern auch für die Bestimmung der Lage des Schnittes überhaupt erhalten werden können. Ferner werden sich bei beliebig gelegenen Schnitten aus den für alle Glieder der Plagioklase voneinander genügend abweichenden und genau bekannten Lagen der Indexflächen zu den geometrischen Konstanten die für den betreffenden Schnitt wirksamen Brechungsindizes sowohl für Albit- wie für Periklinlamellen berechnen lassen. Dann wird es wohl möglich sein, in der Weise, wie es durch die vorstehenden Beobachtungen vorläufig nur angedeutet werden sollte, die Verhältnisse, die an den Zwillingsgrenzen eintreten müssen, zu überblicken. Es ist zu hoffen, daß sich für günstige Fälle vielleicht bereits durch diese Erscheinungen allein, in den übrigen aber in Verbindung mit einer anderen Beobachtung eine Bestimmung des betreffenden Plagioklases ermöglichen lassen wird.

Für Mikroklin und Anorthoklas lassen sich die gleichen Betrachtungen entsprechend anwenden.

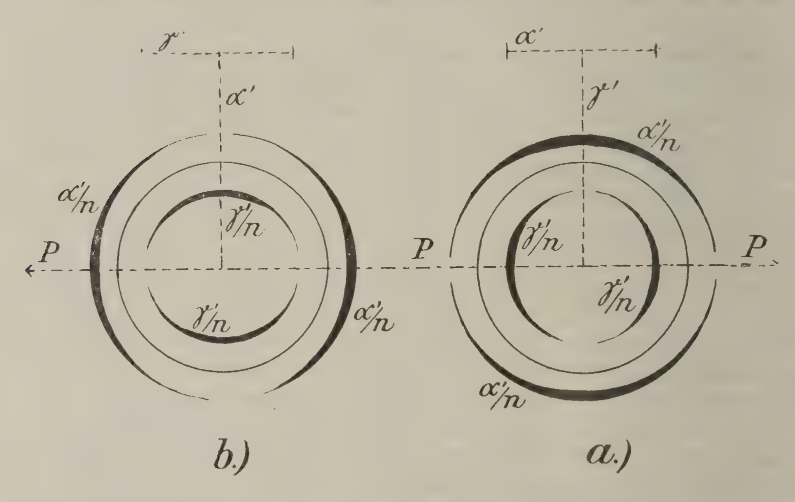
4. Bestimmung der Brechungsindizes von Sphärolithen. Bei einigen im besonderen zur Unterscheidung künstlich dargestellter Carbonate ausgeführten Untersuchungen trat die Frage auf, ob es möglich sein würde, auch die verschiedenen Brechungsindizes von Sphärolithen mit Hilfe der Einbettungsmethode zu bestimmen. Solange diese eine solche Größe (bis zu 50 μ) hatten, wie es z. B. bei den von G. Linck (11) zuerst dargestellten, von K. Schmidt (17) und vom Verfasser (19) näher untersuchten Mischsalzen zum Teil der Fall war, ließen sie sich häufig, aber nicht immer, unter dem Deckglas leicht zerdrücken. Die dabei bisweilen entstehenden nadelförmigen bis spießig-keilförmigen Bruchstücke erlaubten natürlich, in der gewöhnlichen Weise eine Bestimmung ihrer Brechungsindizes auszuführen. Für die meisten Fälle aber war dies, infolge der Unmöglichkeit geeignete Bruchstücke zu erhalten, nicht angängig, so leider bei den von G. Linck und auch

vom Verfasser dargestellten Sphärolithen mit Dolomitzusammensetzung und besonders auch beim Vaterit, für die beide eine Bestimmung ihrer Brechungsindizes gerade besonders wünschenswert gewesen wäre.

Bei dem letzteren fiel aber eine merkwürdige Beobachtung auf, wenn z. B. die Sphärolithe in Anilin ($n = 1{,}583$) eingebettet wurden. Beim Heben des Tubus schienen dann einzelne der Sphärolithe in der Mitte im wesentlichen dunkel, andere dagegen gerade in der Mitte hell zu werden. Bei Einschaltung des Gipsblättchens und Betrachtung zwischen gekreuzten Nicols zeigten sich die beim Heben hell erschienenen Sphärolithe von positivem, die anderen von negativem Charakter. (Sphärolithe von beiderlei Charakter nebeneinander im gleichen Präparat sind die Regel, wenn man den Vaterit in der [19, p. 537/38] angegebenen Weise darstellt; bei anderen Darstellungsverfahren tritt das, wie festgestellt wurde, nicht ein.) Diese Beobachtung wurde durch die folgende genauere Untersuchung aufgeklärt.

Nehmen wir zunächst nur Sphärolithe von positivem Charakter der Doppelbrechung an, so liegt hier offenbar γ' radial, α' tangential. Dies muß auf alle Fälle so sein, welche Vorstellung wir uns auch über den Aufbau des Sphärolithen aus anisotropen Einzelteilen machen wollen. Stellen wir uns dann die Sphärolithe einmal nur als flache kreisrunde Scheibchen vor, so wird bei Betrachtung mit polarisiertem Licht stets in den Radien, die parallel PP liegen, γ', in den Radien, die senkrecht zu PP stehen, α' wirksam sein (vgl. Figur). Haben wir nun diese Sphärolithe in ein Medium eingebettet, für das $\gamma' > n > \alpha'$, so erscheint jetzt in den Richtungen, in denen allein das γ'-Bild zustande kommen kann, d. h. also parallel PP, die Lichtlinie im inneren, an den vom α'-Bild bedingten Punkten außerhalb des Scheibchens. In allen Zwischenlagen müssen, wie wir aus dem Früheren wissen, sowohl innen wie außen Lichtlinien erscheinen, da ja γ'- und α'-Bild gleichzeitig mit vom Winkel φ abhängiger Intensität entstehen. Dementsprechend beobachten wir in der Tat, besonders bei genügend großen Sphärolithen, wie beim Heben des Tubus von zwei, in der Richtung der Polarisatorschwingung gegenüberliegenden Seiten der Begrenzung fast halbkreisförmige Lichtlinien sich nach dem Innern bewegen, während in den beiden senkrecht dazu liegenden Quadranten die gleichen Lichtbogen nach außen wandern. Alle vier Bogen haben in der Mitte die größte, nach den Seiten abklingende Intensität. Wir beobachten also an dem Aggregat auf einen Blick das gleiche, was wir beim Drehen eines nur einem Durchmesser entsprechenden Stäbchens auf Grund unserer bisherigen Erfahrungen nacheinander beobachten müßten. (Genau so ist es ja bei der Betrachtung mit dem Gipsblättchen, die die leicht zu Mißverständnissen führende Analogie mit dem Achsenbild einachsiger Kristalle hervorruft.) Bei

negativen Sphärolithen liegt α' radial, γ' tangential und die Erscheinung ist dementsprechend umgekehrt. Positive verhalten sich daher beim Senken wie negative Sphärolithe beim Heben und umgekehrt. Hebt oder senkt man so stark, daß die Lichtlinie sich zu weit vom Rande entfernt, so kompliziert sich die Erscheinung infolge der in vertikaler Richtung sich verändernden Lichtbrechung. Inwieweit hieraus etwa Rückschlüsse auf Einachsig- oder Zweiachsigkeit der zugrunde liegenden Bausteine erlaubt sind, soll hier nicht besprochen werden. Es möge genügen, wenn festgestellt wird,



Sphärolith a = „positiv"; γ' = radial.
„ b = „negativ"; γ' = tangential.
P P = Schwingungsebene des Polarisators.

γ'/n bezw. α'/n sind die von den Differenzen $\gamma' - n$ und $n - \alpha'$ hervorgerufenen Lichtlinien. Die Breite der gezeichneten Lichtlinien ist in Wirklichkeit konstant; durch die verschiedene Dicke soll hier nur die Zu- bezw. Abnahme ihrer Intensitäten angedeutet werden.

daß die Erscheinung sich auf Grund unserer früheren Erfahrungen vollkommen verstehen läßt, und daß sie ferner zur Bestimmung der Lichtbrechung γ' und α' in allen Fällen verwendet werden kann, auch wenn nicht positive und negative Sphärolithe gleichzeitig vorliegen.

Hat man nämlich in ein Medium vom Index $n_1 > \gamma' > \alpha'$ oder $n_2 < \alpha' < \gamma'$ eingebettet, so erscheinen Lichtringe, die ganz auf einer Seite der Grenze liegen, wie es ja nach dem Früheren zu zu verstehen ist. Wird $n = \gamma'$ oder $n = \alpha'$, dann müßte die Abbildung der betreffenden Grenze verschwinden. Da dies jedoch fast

nur für einen Punkt der kreisförmigen Grenze eintritt, ist diese Beobachtung schlecht zu einer Bestimmung zu gebrauchen. Es lassen sich aber stets verhältnismäßig enge Grenzen ziehen, indem einmal eine Flüssigkeit mit $n_3 > \gamma'$, das andere Mal mit $n_4 < \gamma'$ so aufgesucht wird, daß die Wahrnehmung des Sinnes der Lichtlinie noch deutlich ist und $n_3 - n_4$ möglichst klein ist. Die Genauigkeit der Bestimmungen, die damit erreicht wurde, betrug etwa 0,005. So wurden für die in (**19**) bezeichneten dolomitischen Sphärolithe mit sehr geringem Mg-Gehalt γ' zu 1,66 und α' zu 1,48, also ungefähr entsprechend ω- und ε-Calcit, gefunden, während für Vaterit einwandfrei γ' zu 1,62 und α' zu 1,56 bestimmt wurde. Genauere Mitteilungen hierüber werden bei anderer Gelegenheit erfolgen. Darauf darf wohl hingewiesen werden, daß gerade für die Diagnose der in den letzten Jahren vielfach untersuchten sphärolithischen Ca-, Mg- oder Fe-Carbonate (vgl. **5**, **11**, **13**, **17**, **19**) dieses Hilfsmittel von großem Vorteil gewesen wäre. Die entsprechenden Bestimmungen können zum Teil an dem noch vorhandenen Material nachgeholt werden. Jedenfalls hat sich durch die für Vaterit gefundenen Werte die gegenüber Calcit und Aragonit bisher stets beobachtete „geringere Licht- und Doppelbrechung" ihrem absoluten Betrage nach angeben lassen. Die Verschiedenheit der Werte von denen von Calcit oder Aragonit wird bei der Beurteilung der neuerdings [1] bisweilen offengelassenen Frage, ob Vaterit eine selbständige Modifikation des $CaCO_3$ sei, zweifellos berücksichtigt werden müssen; eine Diskussion der vorliegenden Verhältnisse wird in anderem Zusammenhange demnächst erfolgen. Einstweilen sei nur betont, daß der von H. Leitmeier (**10**) und auch von J. Johnston (**6**) geäußerten Ansicht, Vaterit sei eine besondere Ausbildungsform von Calcit, schon deswegen entgegengetreten werden muß, weil sich ja Vaterit sehr leicht in Aragonit umwandeln läßt (vgl. **19**, p. 538).

5. Absolute Bestimmung der Lichtbrechung durch messende Beobachtungen an einer einzigen Grenzfläche. In einer Reihe von Fällen, wo z. B. Mineralien, sei es in Pulverform oder im Dünnschliff, im Mikroskop auch bei schwacher Vergrößerung noch deutlich wahrnehmbar sind, erlauben es die besondere Art der Ausbildung oder das Fehlen anderer charakteristischer Eigenschaften oft nicht, eine sichere Unterscheidung herbeizuführen. Wenn es hier angängig wäre, ihre Lichtbrechung nicht nur qualitativ, wie es ja nach der Becke'schen Methode jederzeit möglich ist, sondern auch quantitativ durch Beobachtungen an einer einzigen Grenze einwandfrei zu bestimmen, so wäre ein sicheres Hilfsmittel für ihre Erkennung gewonnen, ohne daß eine zeitraubende und unter Umständen unmögliche wiederholte Ein-

[1] Vgl. z. B. H. Leitmeier (**10**, p. 538), R. Lang (**9**, p. 160) und J. Johnston usw. (**6**, p. 488/89).

bettung in verschieden stark lichtbrechende Medien zu qualitativen Einzelbestimmungen nötig würde. Auf den Mangel einer derartigen wünschenswerten Bestimmungsmethode ist schon durch F. E. Wright (**23**, p. 767) hingewiesen worden.

Nach der Töpler'schen Methode ist es, wie ohne weiteres erkannt wird, aussichtslos, derartige Bestimmungen zu versuchen, Messungen nach der Chaulnes'schen Methode sind bekanntlich viel zu ungenau, wohl aber könnte man nach der Becke'schen Methode die Ausführung solcher Beobachtungen erwarten. Es zeigt sich aber (vgl. **21**), daß nur bei ziemlich dicken Objekten die Eigenschaften der Lichtlinie mit einem geometrisch-optisch verfolgbaren Strahlenverlauf gedeutet werden können. In diesen Fällen wären die erforderlichen Messungen vielleicht möglich. Man könnte bei derartigen Objekten bei entsprechender Versuchsanordnung in der hinteren Brennebene des Objektivs auch Totalreflexionskurven erzeugen, die unter Umständen zu Messungen verwendbar sein würden (vgl. A. Köhler, 8). Bei den viel dünneren Dünnschliffen sind derartige Beobachtungen undurchführbar. Auch die Eigenschaften der Lichtlinie erweisen sich nicht mehr als abhängig von der Licht**brechung**, sondern sind im wesentlichen durch eine notwendigerweise eintretende Unsymmetrie von Beugungserscheinungen an der Grenze zweier Medien bedingt (vgl. **20**).

Dagegen ist auch in diesen Fällen die Intensität der Lichtlinie abhängig von der Differenz der erzeugenden Brechungsexponenten (s. o.). Auf dieser Grundlage hat Viola bereits Bestimmungen versucht (**22**). Die Anwendung seiner Methode scheint aber sehr ungenaue Resultate vor allem deswegen zu geben, weil der Augenblick, wo beim Schließen der Irisblende die Becke'sche Linie gerade „deutlich bemerkbar" werden soll, nicht genügend genau angegeben werden kann. Ob genaue photometrische Bestimmungen bessere Erfolge versprechen würden, erscheint zweifelhaft. Es ist auch noch zu bedenken, daß die Intensität der Lichtlinie nicht nur von der Differenz der Brechungsindizes, sondern auch von der Dicke der Objekte abhängig sein wird (vgl. **20**).

Vielleicht wird es aber einmal möglich sein, auf Grund der Erscheinungen, wie sie von H. Ambronn (**2**, p. 294) beobachtet und von H. Siedentopf (**18**, p. 35) als „neutrales Bild" bezeichnet wurden, eine quantitative Bestimmung auszuführen. Denn es hat sich bereits zeigen lassen, daß der Betrag der Dunkelfeldbeleuchtung, der zum Verschwinden der Abbildung der Grenze zweier farbloser Objekte zur abgeschwächten Hellfeldbeleuchtung hinzugefügt werden muß, verschieden ist, je nach der Differenz ihrer Brechungsexponenten. Wie bereits H. Siedentopf a. a. O. sagt, hat man „somit in der Erzeugung der neutralen Abbildung einen Ansatz zu einer Art von qualitativer Mikrorefraktometrie, deren Ausarbeitung gewiß für manche Aufgaben von Erfolg sein würde".

Eine andere Möglichkeit könnte man vielleicht in Beobachtungen mit dem Interferenzrefraktometer nach PRINGSHEIM (7 u. 14) erblicken. Hierbei werden aber zwei verschiedene Medien von bekannter Lichtbrechung unmittelbar neben einem zu untersuchenden Objekt von etwa 30 μ Ausdehnung erfordert, bei Dünnschliffbestimmungen selten erfüllbare Bedingungen, die die Anbringung der komplizierten Apparatur am Mikroskop um so weniger empfehlenswert erscheinen läßt, als es sich hierbei meist um anisotrope Objekte handelt, wo also das zu verwendende polarisierte Licht die an und für sich sehr elegante Methode noch weiter erschweren müßte.

Wir müssen demnach zurzeit feststellen, daß die Frage nach der quantitativen Bestimmung der Lichtbrechung mittels einer einzigen mikroskopischen Grenze wenigstens für die Dicke von Dünnschliffen in allgemein gültiger und wirklich brauchbarer Weise bisher in der Tat noch nicht befriedigend gelöst ist. Auf einige Sonderfälle, wo die Beobachtung an einer Grenze genügt, ist in den vorausgegangenen Abschnitten hingewiesen worden.

Literaturangaben.

1. AMBRONN, H., Über eine neue Methode zur Bestimmung der Brechungsexponenten anisotroper mikroskopischer Objekte. Ber. ü. d. Verhandl. d. K. S. Ges. d. Wiss. zu Leipzig. Math.-phys. Kl. 1893. (III.) p. 316—318.
2. — Ein Demonstrationsversuch zur ABBE'schen Theorie der mikroskopischen Wahrnehmung. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie usw. **30** p. 289—299. (1913.)
3. BECKE, F., Über die Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengteile, besonders der Plagioklase auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens. Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. Math.-nat. Kl. **102**. Abt. I. p 358—376. (1893.) — Siehe auch TSCHERM. Min.-petr. Mitt. **13**. p. 385—388. (1892/93.)
4. — Zur Physiographie der Gemengteile der kristallinen Schiefer. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. **75**, I. p. 97—152. (1913.)
5. DIESEL, W., Über isomorphe Mischsalze von wasserfreiem Kalk-, Magnesium- und Eisencarbonat. Zeitschr. f. Krist. **49**. p. 250—277. (1911.)
6. JOHNSTON, J., H. E. MERWIN und E. D. WILLIAMSON: The several forms of calcium carbonate. Amer. Journ. of Science. **41**. p. 473—512. 1916.
7. ISRAEL, O., Über die Messung des Lichtbrechungsvermögens mikroskopischer Objekte. Verhandl. d. D. Pathol. Ges. (IV. Sitzung.) 1898/99. p. 114—127.

8. Köhler, A., Versuche zur Demonstration der Doppelbrechung und Interferenz mittels des Mikroskops. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. usw. (Noch nicht erschienen.)
9. Lang, R., Lublinit, die monokline Modifikation des Calciumcarbonats. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **38**. p. 121—184. (1915.)
10. Leitmeier, H., Der heutige Stand der Dolomitfrage. Tscherm. Min.-petr. Mitt. N. F. **33**. p. 532—547. (1915.)
11. Linck, G., Über die Entstehung der Dolomite. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Monatsber. **61**. p. 230—241. (1909.)
12. Mülheims, A., Über eine neue Art der Achsenwinkelmessung und über die Bestimmung von Brechungsexponenten nach der Methode der Totalreflexion. Zeitschr. f. Krist. **14**. p. 202—236. (1888.)
13. Peine, J., Beiträge zur Kenntnis der Abscheidungen des kohlensauren Kalkes aus meerwasserähnlichen Lösungen. Diss. Jena 1913.
14. Pringsheim, E., Über ein Interferenz-Mikroskop nach Sirks. Verhandl. d. Phys. Ges. Berlin. **17**. p. 152—156. (1898.)
15. Salomon, W., Über die Berechnung des variablen Wertes der Lichtbrechung in beliebig orientierten Schnitten optisch einachsiger Mineralien von bekannter Licht- und Doppelbrechung. Zeitschr. f. Krist. **26**. p. 178—187. (1896.)
16. Schaller, W. T., Der Brechungsexponent von Kanadabalsam. Dies. Centralbl. 1910. p. 390—391.
17. Schmidt, K., Über Mischsalze von Calcium-Magnesiumcarbonat. Diss. Jena. 1913.
18. Siedentopf, H., Über das Auflösungsvermögen der Mikroskope bei Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. usw. **32**. p. 1—42. (1915.)
19. Spangenberg, K., Die künstliche Darstellung des Dolomits. Zeitschr. f. Krist. **52**. p. 529—567. (1913.)
20. — Erscheinungen an der Grenze von dünnen Objekten im Mikroskop. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. usw. (Im Druck.)
21. — Die Einbettungsmethode, Fortschritte der Min. usw. Bd. VII. p. 3—64. (1920.)
22. Viola, C., Methode zur Bestimmung des Lichtbrechungsvermögens in den Dünnschliffen. Tscherm. Min.-petr. Mitt. N. F. **16**. p. 150—154. (1897.)
23. Wright, F. E., Mikroskopische Petrographie vom quantitativen Gesichtspunkte aus. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **35**. p. 753—775. (1913.)
24. Wülfing, E. A., Über die Lichtbrechung des Kanadabalsams. Sitz.-Ber. d. Heidelberg. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. 1911. 20. Abhandl.

Besprechungen.

F. Rinne: Gesteinskunde. Für Studierende der Naturwissenschaft, Forstkunde und Landwirtschaft, Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure. 5. vollst. durchgearb. Aufl. 356 p. 493 Abbild. Leipzig 1920.

Diese Gesteinskunde war vom Beginn ihres Erscheinens an bemerkenswert durch ihren Reichtum an Abbildungen, der die Gewißheit bot, daß die Angehörigen aller auf dem Titelblatt genannten Leserkreise charakteristisches Anschauungsmaterial finden würden. Unter diesem Gesichtspunkte ist auch die vorliegende fünfte Auflage durchgearbeitet und erweitert worden. Der zu den Bildern gehörige Text muß sich an den Stellen, wo er über bloße Beschreibungen hinausgeht und z. B. Lehren der allgemeinen Mineralogie oder der physikalischen Chemie benutzt, naturgemäß mit kurzen Andeutungen begnügen. Es ist aber das Bestreben des Verf.'s unverkennbar, die Leser zu eingehenderen Studien anzuregen.

Th. Liebisch.

Peter Graf: Taschenbuch zum Mineralbestimmen. Mit zahlreichen Abbildungen und zwei farbigen Tafeln. 8⁰. 117 p. Kosmos, Ges. der Naturfreunde. Franck'sche Verlagshandlung in Stuttgart. 1920. Preis geheftet Mk. 4.80.

Das vorliegende Buch ist für den Nichtfachmann bestimmt, wie schon nach dem Verlage zu erwarten ist. Die Bestimmung gründet sich auf die Härte, Glanz, Farbe, Spaltbarkeit, Verhalten vor dem Lötrohr und gegen Säuren. Die Mineralien sind nicht nach Tabellen angeordnet, sondern folgen sich nach dem Grade ihrer Härte im Text, wobei die Form der wichtigsten durch Abbildungen erläutert wird.

Der Laie, der hiernach Mineralien bestimmen will, wird an der Überzahl der Namen scheitern; bei jedem Mineral sind auch die seltensten Varietäten mit Namen angeführt, und Mineralien sind aufgenommen, die ein Laie niemals zu Gesicht bekommt, Namen, deren Bedeutung auch dem Fachmann nicht geläufig sind. Um ein Beispiel anzuführen: Nach Anorthit, Indianit, Christianit werden als dazugehörend genannt: Zyklopit, Thjorsanit, Rosellan, Amphodelit, Lepolith, Linseit, Polyargit, Diploit, Latrobit, Barsowit, Esmarkit und Tankit. So zählt man im Register 1300 Namen, der zehnte Teil wäre besser.

In einem Anhang werden einige der wichtigsten Kristallformen, nach Systemen geordnet, vorgeführt; von irgendwelcher Symmetrie erfährt der Leser nichts, die Abbildungen sind zum großen Teil

verkehrt gedruckt, die Angaben im Text sind z. T. falsch und irreführend.

So erfreulich es auch ist, wenn das Interesse an der Mineralogie und die Freude an Mineralien in weiteren Kreisen mehr geweckt wird, so dürfte dies Ziel durch ein Buch wie das vorliegende kaum erreicht werden. **R. Brauns.**

W. M. Davis: Praktische Übungen in physischer Geographie. Übertragen und neu bearbeitet von K. Östreich. XII + 116 p. Atlas von 38 Taf. Leipzig 1918.

Die Aufgabe eines Bearbeiters der Davis'schen „Practical Exercises" mußte zunächst darin bestehen, das allgemeine Niveau dem unserer deutschen Studierenden anzupassen, da das amerikanische Werk auch im Schulunterricht Verwendung findet; diejenigen Karten, die jeder Schulatlas enthält, konnten aus diesem Grunde fortfallen. Ferner war es nötig, die verschiedenen Blockdiagramme und Kartenskizzen in ihren Höhen- und Entfernungsangaben mit unseren Maßen zu versehen, was natürlich, wenn man zu abgerundeten Zahlen gelangen will, nicht überall ganz leicht gewesen sein wird. Namentlich aber mußten die von Davis aus dem Kartenwerk der Vereinigten Staaten ausgewählten typischen Landschaftsformen durch uns näher liegende ersetzt werden. Es ist dabei durch Umzeichnung erreicht worden, daß alle Kärtchen die gleiche Geländedarstellung, und zwar in Isohypsen besitzen, so daß die Formenverschiedenheiten aufs markanteste hervortreten. Der Textband hält sich zwar im wesentlichen an die Davis'sche Vorlage, ist aber gleichfalls unseren Bedürfnissen sowohl stilistisch wie inhaltlich angeglichen worden; auch manch neuer guter morphologischer Terminus hat hier seine Prägung gefunden. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß die kleine Schrift in ihrem neuen Gewande sowohl beim Selbststudium wie bei der Verwendung in Seminarübungen für Anfänger sich als sehr nützlich erweisen dürfte, da es in pädagogisch sehr geschickter Form zu einer wirklich klaren Erfassung morphologischer Begriffe und Gestaltungen die Anleitung bietet. **A. Rühl.**

Personalia.

Berufung. Zum Nachfolger des Professors P. Niggli im Extraordinariat für Mineralogie, Kristallographie und Petrographie an der Universität Tübingen ist Dr. **Balthasar Goßner**, Privatdozent an der Universität München und Studienprofessor am Neuen Realgymnasium daselbst, berufen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Kenntnis der Minas-Serie im Staate Minas Geraes (Brasilien).

Von Dr. **Eberhard Rimann** in Dresden.

Mit 2 Textfiguren.

Die brasilianischen Geologen umfassen unter dem Namen Minas-Serie eine mächtige Schichtenfolge kristalliner Schiefer, die zu den ältesten, zusammenhängend in die Erscheinung tretenden sedimentären Bildungen Brasiliens gehören und ihre reichste Ausbildung, sowohl was Mannigfaltigkeit der Gesteine wie ihre Mächtigkeit betrifft, im Staate Minas Geraes erfahren haben.

Das geologische Alter der Minas-Serie ist durchaus unbestimmt, da Fossilien bisher nicht gefunden wurden. Orville A. Derby läßt in seinem zuletzt publizierten „Überblick über die geologischen Verhältnisse Brasiliens [1]" offen, ob diese Sedimente in das Cambrium oder in das Präcambrium gestellt werden müssen. Jedenfalls ist soviel sicher, daß die Sedimente der Minas-Serie älter sind als Devon und auch älter als ein von den brasilianischen Landesgeologen als Bambuhy-Serie bezeichneter Horizont von Tonschiefern, Kalksteinen und Sandsteinen, welcher vermutlich silurischen Alters ist und im Staate Minas Geraes eine ungeheure Ausdehnung besitzt, aber auch aus den Staaten S. Paulo, Parana und Bahia bekannt ist.

Der petrographische Unterschied zwischen den Gesteinen der Minas-Serie und denen der jüngeren Horizonte liegt in der kristallinen Beschaffenheit der ersteren. Immerhin ist der Grad derselben auch bei der Minas-Serie im allgemeinen nicht sehr bedeutend. Es handelt sich um Phyllite, granoblastisch struierte Quarzite mit Disthen usw.

Auf zwei Reisen, welche ich im Juli 1914 und im Juni 1915 im Staate Minas Geraes unternahm, hatte ich Gelegenheit, die Minas-Serie in ihren verschiedenen Horizonten zu durchqueren, und zwar in dem Abschnitt zwischen dem 45° und 43° westl. Länge von Greenwich und dem 17° und 21° südl. Breite, d. h.: im Gebiet zwischen Queluz im Süden und Diamantina im Norden.

[1] Orville A. Derby, Estudios geologicos en el Brazil. Vol. XI de los Trabajos del Quarto Congresso Cientifico. (1° Pan-Americano.) Tomo I. 1911. p. 498—507. Santiago de Chile.

Nach meinen Beobachtungen läßt sich auf Grund von Diskordanzen[1] die Minas-Serie in drei Horizonte einteilen:

I. Unterer Horizont — Itabira-Schichten.
II. Mittlerer Horizont — Diamantina-Schichten.
III. Oberer Horizont — Itacolumi-Schichten.

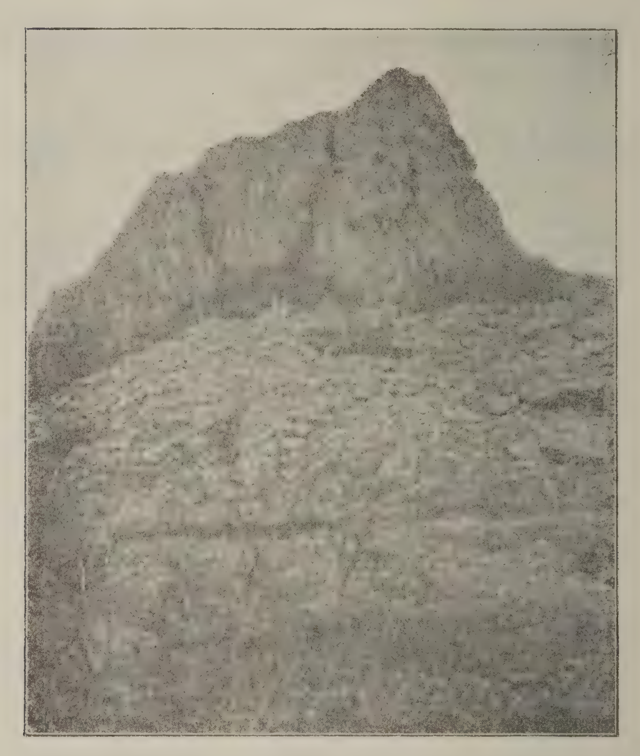


Fig. 1. Pico de Itabira do Campo. Roteisenerzlager der Itabira-Schichten.

Zu I. Die Itabira-Schichten sind in dem Gebiet zwischen Itabira do Campo im Westen und Itabira do Matto Dentro im Nordosten besonders mächtig entwickelt. Petrographisch betrachtet sind es Phyllite, im Fazieswechsel mit Lagern von Kalkstein und Schwerspat, Eisen- und Manganerzlager und Quarzite, die sich vom Liegenden nach dem Hangenden zu etwa in folgender Weise dem Gesteinscharakter nach gliedern lassen:

[1] die merkwürdigerweise den Verfassern der letzten Publikation über dieses Gebiet, C. Harder und R. T. Chamberlin, in: The Geology of Central Minas Geraes, Brazil. Journal of Geology. **23.** No. 4 und 5, entgangen sind.

Phyllite, in höheren Lagen mit Kalk und Barytlagern;
Quarzit und Itabirit (Jacutinga);
Hämatit- und Manganerzlager;
Graphitschiefer, Quarzit.

Vielerorts sind die Sedimente dieses unteren Horizontes äußerst stark gefaltet und gepreßt.

Dieser Horizont ist in bergbaulicher Hinsicht der bedeutendste der Minas-Serie, ja wahrscheinlich überhaupt der bedeutendste aller in Brasilien vorhandenen geologischen Horizonte, denn er enthält nicht nur die Eisen- und Manganerze, sondern in diesem Horizonte treten auch die Golderzgänge (Morro Velho, Passagem) auf, die topasführenden Pegmatite, und in diesem Horizonte oder in den darunterliegenden Gneismassiven ist auch das Muttergestein der brasilianischen Diamanten der älteren Entstehungsperiode zu suchen.

(Es ist nämlich, worauf ich an anderer Stelle genauer eingehen werde, kein Zweifel, daß Brasilien zwei Perioden diamantenproduzierender, eruptiver Tätigkeit gehabt hat. Von der älteren ist hier die Rede, sie fällt zwischen die Ablagerung des unteren und mittleren Horizontes der Minas-Serie, ist also sehr hohen Alters, etwa frühcambrisch. Die Diamantenlagerstätten der Gebiete Diamantina, Graõ Mogol im Staate Minas Geraes und wahrscheinlich auch diejenigen im Staate Bahia stehen im Zusammenhang mit dieser älteren Periode.

Die jüngere Periode dürfte cretaceischen Alters sein. Das Gebiet dieser Periode liegt westlich des Rio S. Francisco, im Triangulo Mineiro und nördlich davon. Hier habe ich auf meiner letzten Reise im September 1915 die ersten Kimberlitpipes gefunden [1]).

Es wurde also der untere Horizont der Minas-Serie nach seiner Ablagerung von einer Periode gewaltiger intrusiver Eruptionstätigkeit betroffen. Die lokale Umwandlung der Hämatiterze zu Magnetit, die Bildung von Mangansilikaten am Kontakt der Manganlager mit den Graniten, die Durchäderung der Phyllite und Quarzite mit den Erzgängen, die später zusammen mit ihrem Nebengestein zu oft linealförmigen Körpern ausgequetscht wurden, wie dies der Erzkörper der Morro Velho-Grube so charakteristisch zeigt, die Zwischenlagerung basischer Eruptivmassen, die Platin und Diamanten mit sich führten, dies alles fällt in die Zeit zwischen die Ablagerung des unteren und mittleren Horizontes der Minas-Serie.

Zu II. Die Diamantina-Schichten sind im Gebiet von Diamantina besonders mächtig und charakteristisch entwickelt und lassen

[1] Vergl. Eberhard Rimann. Zur Geologie der diamantenführenden Gebiete Brasiliens. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1916. und derselbe, Über das Muttergestein der Diamanten Brasiliens. Tscherm.'s Min.-petr. Mitt. 1916.

hier auch einwandfrei ihre Beziehungen zu den Itabira-Schichten einerseits und den Itacolumi-Schichten andererseits erkennen. Petrographisch bestehen die Diamantina-Schichten zu unterst aus einem Konglomerathorizont, dem sich nach oben Quarzit anschließt. Ob es sich um eine oder mehrere Konglomeratbänke handelt, läßt sich heute noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Jedenfalls, während der untere Horizont der Minas-Serie charakterisiert ist durch überwiegende Tiefseebildungen, setzt mit dem mittleren Horizont eine Periode der Abtragung ein, die, wie wir sehen werden, bis in die Itacolumi-Schichten fortsetzt. Unter den Geröllen, welche in den Konglomeraten von Diamantina auftreten und welche bis Kindskopfgröße erreichen, bemerkt man als vor allem charakteristisch das harte Hämatiterz aus den Itabira-Schichten, Quarzite und Quarze.

Das Bindemittel der Gerölle ist ein chloritischer Quarzit. Dieses Konglomerat ist nun dort, wo es durch besonders günstige Umstände zu einer weichen Masse zersetzt ist, d. h. billig gewaschen werden kann, Gegenstand eines primitiven Abbaues auf Diamanten.

Auch dieser Horizont ist nach seiner Ablagerung und vor der Ablagerung der nächstjüngeren Itacolumi-Schichten stellenweise in seinen Lagerungsverhältnissen beträchtlich gestört worden. So streicht der diamantenführende Konglomerathorizont östlich von Diamantina bei Serrinha, bei Curralinho, Carvallo Morte, S. Gonçalo, Pouso Alto mit steilem Einfallen. Er liegt dagegen fast horizontal westlich und nordwestlich von Diamantina, wie z. B. bei Sopa und S. João de Chapado.

Ob dieser mittlere Horizont der Minas-Serie auch im Gebiet von Ouro Preto entwickelt ist, läßt sich heute mit Sicherheit noch nicht sagen.

Die zahlreichen tektonischen Störungen, welche die Ablagerungen der Minas-Serie in ihrer Gesamtheit in äußerst starkem Maße erlitten haben, die Gleichartigkeit der Ablagerungen in petrographischer Beziehung, das Fehlen deutlicher Diskordanzen in dem südlichen Teil des in Frage stehenden Gebietes machen heute noch in vielen Fällen, besonders bei den Quarziten, die sichere Entscheidung unmöglich.

Das Auftreten der Diamanten bei Cocaes in der Nähe von S. Barbara, also beträchtlich südlich des eigentlichen Diamantendistriktes, das bisher in geologischer Beziehung in Dunkel gehüllt war, scheint mir darauf hinzuweisen, daß auch dort noch die Diamantina-Schichten zur Ausbildung gekommen sind.

Unzweifelhaft gehört jedenfalls der geröllführende Kalkstein südlich Burnier, welcher außer Geröllen von Quarziten auch Gerölle des älteren, im Fazieswechsel in den Itabira-Schichten auftretenden Kalksteines enthält, dem Abrasionshorizont der Diamantina-Schichten an.

Zu III. Während wir beim Aufstieg von Ouro Preto (1060 m Bahnhof) nach dem Pico de Itacolumi (1750 m), also auf rund 700 m, vom Liegenden nach dem Hangenden die Minas-Serie durchqueren, von den Itabira-Schichten bis hinauf zu den Ita-



Fig. 2. Pico de Itacolumi. Kristalliner Quarzit der Itacolumi-Schichten.

columi-Schichten, ohne daß sich aus deutlichen Diskordanzen die Notwendigkeit einer Dreiteilung dieser Schichtenfolge ergäbe, lassen die Aufschlüsse bei Diamantina, besonders deutlich in der Diamantengrube von Serrinha bei Curralinho, keinen Zweifel. Hier liegt nämlich über den steilgestellten Konglomeraten der Diamantina-Schichten in horizontaler Lagerung ein kristalliner Quarzit. Derselbe Quarzit bildet auch die oberen Teile des Pico de Itambé und des Pico de Itacolumi. Dieser Quarzit zeigt ausgezeichnet die diskordante Paralleltextur, doch ist es noch nicht gewiß, ob

dieses als besonderes Leitmerkmal des Quarzites der Itacolumi-Schichten gegenüber den Quarziten der beiden anderen Horizonte der Minas-Serie wird dienen können.

Zusammenfassung.

Die präsilurischen Sedimente der sog. Minas-Serie im Staate Minas Geraes stellen keine einheitliche geologische Periode dar, man kann vielmehr drei verschiedene Abschnitte erkennen, welche gegenseitig durch Diskordanzen abgegrenzt sind. Diese Abschnitte mit ihren petrographischen Merkmalen sind vom Liegenden ins Hangende:

Die Itabira-Schichten — Phyllite, Itabirite, Eisen- und Manganerze, Kalksteine (Bildung von Tiefseesedimenten; Periode starker eruptiver Tätigkeit).

Die Diamantina-Schichten — Konglomerate, Quarzite (Abtragungsperiode).

Die Itacolumi-Schichten — Quarzite mit diskordanter Paralleltextur (Fortsetzung der Abtragungsperiode).

Das Muttergestein des Serpentins im sächsischen Granulitgebirge.

Von **W. Bergt** in Leipzig.

1876 kam E. Dathe[1] bei seinen eingehenden Untersuchungen der zahlreichen Serpentinvorkommen im sächsischen Granulitgebirge zu dem Ergebnis: Von den 41 untersuchten Serpentinen waren 34 Granat-, 7 Bronzitserpentine. Von den 34 Granatserpentinen führten 23 Olivinreste, darunter 13 viel und ziemlich viel Olivinreste, während die übrigen 11 durch Maschenstruktur die ehemalige Anwesenheit von Olivin verrieten. Von den 7 aufgeführten Bronzitserpentinen enthielt nur einer (Kuhschnappel, westliches Ende) wenig Olivinreste, während die übrigen 6 durch ihre Maschenstruktur anzeigen, daß sie gleichfalls aus Olivingesteinen hervorgegangen sind. Das Mutter- oder Urgestein war also nach Dathe bei der ersten Gruppe ein Granatolivin-, bei der zweiten ein Bronzitolivingestein.

Diese Angaben Dathe's liegen den Darstellungen unserer Gesteine in den Erläuterungen zu den entsprechenden Blättern der ersten Auflage der geologischen Spezialkarte Sachsens (aus den Jahren 1878—1887) zugrunde.

[1] E. Dathe, Olivinfels, Serpentin und Eklogite des sächsischen Granulitgebietes. N. Jahrb. f. Min. etc. 1876. 225—249, 337—351.

Man ist nun erstaunt, in den gleichen Erläuterungen der 2. Auflage dieser Karte aus den Jahren 1899—1909 den Olivin als Gemengteil der Serpentine unseres Gebietes ganz verschwunden, sozusagen vollständig ausgerettet zu finden. Der Name, das Wort Olivin kommt in keiner der hierhergehörigen Erläuterungen beim Serpentin überhaupt noch vor, und wir lesen z. B. in der Erläuterung zu Blatt Geringswalde No. 61, 2. Aufl. 1903, p. 12: „Sämtliche Serpentine des Granulitgebirges sind aus der Umwandlung von Pyroxengesteinen hervorgegangen. Als Muttergestein des Granatserpentins ist ein, neben Augit und Enstatit noch Granat in wechselnder Menge führender Pyroxenfels nachgewiesen ..., wogegen das Urgestein des granatfreien Bronzitserpentins vorwiegend aus Enstatit und Bronzit bestand.“ Man vergleiche außerdem die Erläuterungen der 2. Auflage der übrigen Blätter, auf denen Serpentin vorkommt, nämlich Waldheim No. 62, 1900, Roßwein—Nossen No. 63, 1909, Penig—Burgstädt No. 76, 1899, Mittweida—Taura No. 77, 1905, Frankenberg-Hainichen No. 78, 1909, Glauchau No. 94, 1901, Hohenstein—Limbach No. 95, 1902. Verfasser dieser Erläuterungen ist allenthalben E. Danzig.

Wie ist dieser Gegensatz der beiden Auflagen möglich? Was ist richtig? Zu der späteren Auffassung scheint Dathe selbst die Veranlassung gegeben zu haben durch eine kleine Mitteilung vom Jahre 1883 [1], worin er sagt: „Eine erneute Durchsicht der Präparate hat mich überzeugt, daß diese Fragmente (von vermeintl. Olivin) wohl ausnahmslos nicht dem letzten Mineral (Olivin) angehören, sondern auf einen farblosen Pyroxen, auf Diopsid, der mehr oder weniger von der Serpentinisierung ergriffen worden ist, zu beziehen sind.“ Dathe hat aber keineswegs die ursprüngliche vollständige Abwesenheit des Olivins behauptet; denn er fährt fort: „Der Olivin, soweit er in den Gesteinen überhaupt vorhanden war, ist wohl zuerst der Umwandlung (in Serpentin) anheimgefallen.“

Gelegentliche mikroskopische Betrachtungen von hierhergehörigen Gesteinen bestätigten meine Zweifel an der Richtigkeit der Darstellung in der 2. Auflage und regten mich zu einer Prüfung des Gegenstandes an; und diese führte zu dem erwarteten Ergebnis:

Die Darstellung der 2. Auflage der genannten Erläuterungen, wonach

1. die Serpentine des sächsichen Granulitgebirges nicht aus Olivin-, sondern aus Pyroxengesteinen hervorgegangen,
2. die hier und da angetroffenen Pyroxenfelse die Reste des (olivinfreien oder äußerst olivinarmen) Muttergesteines dieser Serpentine sein sollen,

muß in beiden Punkten als falsch bezeichnet werden.

[1] E. Dathe. Über Serpentin des sächsischen Granulitgebirges. N. Jahrb. f. Min. etc. 1883. II. 89.

Denn

1. unsere Serpentine enthalten neben Diopsid reichlich Reste von Olivin, und die vorhandene Serpentinsubstanz ist zum allergrößten Teil aus Olivin, nicht aus Pyroxen entstanden;
2. die Pyroxenfelsvorkommen in unserem Gebiet sind keineswegs Reste des Serpentinmuttergesteins. Sie liefern im Gegenteil einen ausgezeichneten Beweis dafür, daß Pyroxen auch hier weit seltener und schwerer der Serpentinisierung anheimfällt als der Olivin.

Ein dickerer Serpentinschliff, wie er vielleicht meist in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts benützt worden sein mag, zeigt mir, daß darin Olivin- und Diopsidreste, also kleine rundliche, im Serpentin schwimmende Körner, häufig oder meistens allerdings weit schwerer und unsicherer voneinander unterschieden werden können als in neueren, sehr dünnen Schliffen, wie sie besonders in der Dünnschliffabrik von Voigt & Hochgesang in Göttingen hergestellt werden.

Der Diopsid zeigt selbst in diesen kleinen, ganz unregelmäßig, nicht kristallographisch begrenzten Körnern meist scharfe parallele Spaltrisse, die dem Olivin fehlen. Der Olivin besitzt eine weißere Farbe und ein geradezu strahlendes, blendendes Aussehen gegenüber dem matteren Grau des Diopsids. Auch die bekannte runzlige Oberfläche des Olivins ist dem Diopsid nicht so ausgeprägt zu eigen. Stauroskopische Untersuchungen mit Erfolg an den kleinen Körnern im Serpentin zur Unterscheidung von Olivin und Diopsid anzustellen, gelang nicht. Aber mehrere Lösungsversuche mit Salzsäure, noch deutlicher mit Schwefelsäure bestätigten die obigen Bestimmungen. Die Olivinkörner scheiden dabei gallertartige Kieselsäure aus und verschwinden ganz, während der Diopsid unberührt bestehen bleibt. Die Feststellung und Unterscheidung von Olivin und Diopsid durch die Löslichkeit in Säure, wenn andere Kennzeichen versagen, gehören zu den elementarsten petrographischen Untersuchungsmethoden.

Von den zahlreichen Serpentinvorkommen des sächsischen Granulitgebirges (etwa 50) standen mir hier nur 11, von den Pyroxenfelsen drei (zwei schon bekannte und ein bisher unbekannter) zur Verfügung. Das zuletzt genannte neue Pyroxenfelsvorkommen fand ich 1908 am linken Ausgang des Tauschaer Tälchens in das Muldental unterhalb Zinnberg auf Bl. Penig—Burgstädt No. 76 in dem dort anstehenden und in die Karte eingetragenen Serpentin.

Bei der folgenden Aufführung der von mir benutzten Serpentin- und Pyroxenfelsvorkommen mögen ganz kurz gleich die Angaben über Olivin- und Diopsid-An- oder -Abwesenheit beigefügt werden.

I. **Serpentine.**

1. Bronzitserpentin von Heiersdorf, Bl. Penig—Burgstädt No. 76: ein Schliff ist ohne Reste des Mutterminerales, aber mit Maschenstruktur; drei weitere Schliffe teils von rotem, teils grünem Gestein enthalten Olivin- und Diopsidreste, der eine viel Olivin und wenig Diopsid, ein anderer umgekehrt. — 2. Granatserpentin von Herrenhaide, Bl. Hohenstein—Limbach No. 95: ein Schliff enthält viel Olivin- und viel Diopsidreste; in einem zweiten dicken Schliff wurden die farblosen Körner nur als Olivin gedeutet, die Bestimmung ist hier aber unsicher. — 3. Bronzitserpentin von Langenberg, dass. Bl. No. 95: keine Muttermineralreste. — 4. Bronzitserpentin von Kuhschnappel, Bl. Glauchau No. 94: keine Muttermineralreste. — 5. Bronzitserpentin, Schlucht im oberen Chursdorf, Bl. Penig—Burgstädt No. 76: sehr viele Olivinreste. — 6. Bronzitserpentin, Lesestein W von Chursdorf, dass. Bl. No. 76: sehr viel Olivinreste, die wegen einheitlicher Polarisation benachbarter Körner einen recht grobkörnigen Olivinfels andeuten. Größere Aggregate von Pyroxenkörnern zeigen sich kaum von der Serpentinisierung ergriffen. — 7. Gebänderter Serpentin-Pyroxenfels, Chursdorf, Lesestein linke Talseite, Weg hinter den Gütern unterhalb Friedhof, dass. Blatt No. 76: Serpentin mit Olivinresten und Pyroxenfels lagenweise wechselnd. Über dieses sehr lehrreiche Gestein siehe Weiteres unten. — 8. Bronzitserpentin, W vom Höllmühlteich, dass. Bl. No. 76: viel Olivin-, weniger Diopsidreste. — 9. Granatserpentin, links am Ausgang des Tauschaer Tälchens ins Muldental unterhalb Zinnberg anstehend, dass. Bl. No. 76: der Schliff einer Serpentinprobe zeigt keine Urmineralreste, der einer zweiten Probe dagegen Olivin-, wahrscheinlich auch Diopsidreste. — 10. Bronzitserpentin, Schurf S von Rußdorf, Bl. Hohenstein—Limbach No. 95: keine Urmineralreste. — 11. Bronzitserpentin, Steinhügel in Langenberg, dass. Bl. No. 95: keine Urmineralreste.

Die Angaben bei No. 1 lehren, daß zu Feststellungen von einiger Sicherheit und Richtigkeit ein einziger Schliff von einer einzigen Probe eines Serpentinvorkommens keineswegs genügt. Je mehr Proben von verschiedenen Stellen eines Vorkommens mikroskopisch untersucht werden, desto mehr wird man sich der wissenschaftlichen Gewißheit nähern.

II. **Pyroxenfelse.**

12. Pyroxenfels, Bahntunnelausgang unterhalb Schweizertal im Chemnitztal, Bl. Mittweida—Taura No. 77: die Schliffe zweier Proben zeigen neben weit vorherrschendem Pyroxen, etwas brauner Hornblende und Biotit auch ein wenig Olivin. — 13. Pyroxenfels, neues Vorkommen im Serpentin bei Zinnberg siehe oben No. 9: mehrere Präparate zeigen neben stark überwiegendem Pyroxen,

reichlichem Spinell und etwas rotbraunem Glimmer teils keinen Olivin, teils dieses Mineral in einzelnen großen, nicht serpentinisierten Körnern. — 14. Pyroxenfels, S von Rußdorf, Bl. Hohenstein—Limbach No. 95: in zwei Schliffen fand ich keinen Olivin, aber auch keine Spur von Serpentinisierung.

Ganz besonders beweiskräftig für die oben ausgesprochene Auffassung ist nun ein Serpentin (oben No. 7), den ich 1908 auf der linken Talseite von Chursdorf auf dem Weg hinter den Gütern unterhalb des Friedhofes als Lesestein fand. Von welchem der mehrfachen Serpentinvorkommen in der nahen Umgebung dieser Lesestein stammt, läßt sich nicht feststellen. Ein Schliff dieser Probe zeigt nun auf der 27 mm langen Diagonale des Schliffes 12 Serpentin- und 12 Pyroxenlagen, also 24 in der Mineralzusammensetzung verschiedene, abwechselnde Lagen oder Bänder. Die Serpentinlagen enthalten in der grünen Serpentinmasse reichlich Olivinreste in kleinen isolierten Körnern, zeigen Maschenstruktur und reichliche, durch die Serpentinisierung bewirkte Ausscheidung von Erz in seltener Weise deutlich ausgeprägt. Hier in den Serpentinlagen ist der Zusammenhang des ursprünglichen Olivinkörneraggregates durch die Serpentinisierung vollständig aufgelöst. Die ehemals zusammenhängenden Olivinlagen bestehen also nicht mehr; sie sind in Serpentinlagen mit Olivinresten verwandelt. Im Gegensatz hierzu haben die Pyroxenlagen ihren Zusammenhang vollkommen bewahrt; sie ziehen sich wie ununterbrochene Bänder durch das Gestein. Die Serpentinisierung dringt hier und da leicht in sie hinein, hat aber gegen den bedeutend widerstandsfähigeren Pyroxen nicht viel auszurichten vermocht. Diese Verhältnisse führen sehr anschaulich vor Augen, wie leicht der Olivin, wie schwer der Pyroxen der Serpentinisierung verfällt; und zweitens wiederholen sie im kleinsten Maßstab die Art, wie Olivingestein (Serpentin) und Pyroxenfels häufig auch im großen miteinander verbunden sind.

Kelyphit. Recht häufig begegnet man in den angeführten Gesteinen dem sogenannten Kelyphit, seltener in der zuerst von Schrauf[1] genauer beschriebenen Form als braune, sehr fein- und dichtfaserige Schalen um Granat oder selbständige kuglige Gebilde ohne Granatkern. Häufiger beobachtet man ähnliche Gebilde, die gröberfaserig und mehr von grüner oder grüngrauer Farbe sind, wobei dann die Pyroxennatur dieser Dinge dann leichter festzustellen ist als bei jenen ersten. Noch eine dritte, dem Kelyphit ähnliche Form kommt in dem Pyroxenfels von Zinnberg (vgl. oben No. 13) vor. Sie entspricht der von v. Camerlander[2] beschriebenen Ausbildung und stellt deutlich erkennbar eine mikro-

[1] Vgl. F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 2. Aufl. I. 1893 366/67.

[2] C. v. Camerlander, Zur Geologie des Granulitgebietes von Prachatitz usw. Jahrb. k. k. geol. R.-A. Wien. 37. 1888. 133/34.

pegmatitähnliche Verwachsung von Augit und unverzwillingtem Plagioklas dar. Die Mineralbestandteile sind aber u. d. M. immer noch so klein und ihre Anordnung ist derartig, daß das Ganze eben ein kelyphitähnliches Aussehen hat. Es ist gewissermaßen die gröbste Art des Kelyphits. In dem gebänderten Serpentin-Pyroxenfels von Chursdorf (oben No. 7) findet sich der Kelyphit in der SCHRAUF'schen Ausbildung, d. h. von brauner Farbe und sehr feinfaserig, lang in Lagen ausgezogen, indem aneindergereihte längliche Granatkörner auf der einen Langseite der Lage von einem breiten braunen Kelyphitsaum besetzt sind, während die andere Langseite nur ein schmaler gleicher Kelyphitrand bekleidet. Die größere Widerstandsfähigkeit auch des Kelyphits gegen die Serpentinisierung springt überall in die Augen.

Chemie des Serpentins. OSANN[1] hat gezeigt, daß sich die Natur des Serpentinmuttergesteins auch aus der chemischen Zusammensetzung erkennen läßt. Er führt für die Peridotite, Pyroxenite und Hornblendite, die hauptsächlichsten Serpentin liefernden Gesteine, folgende chemische Typen an:

	s	a	c	f	
1.	48,5	0	0,5	19.5	Typus Webster, Pyroxenite.
2.	35	0	0	20	„ Dun Mts., Olivingesteine, Dunit.
3.	44	0	1	19	„ North Meadow Creek, Hornblendeperidotite.
4.	43,5	1	1	18	„ Kaltes Tal, Glimmerperidotite.

Von den mineralisch verschieden zusammengesetzten Serpentinen (Granat- und Bronzitserpentinen) und den Pyroxenfelsen des sächsischen Granulitgebirges kennen wir chemisch leider nur einen einzigen Serpentin, den Granatserpentin vom Breitenberg bei Waldheim[2], und einen Pyroxenfels, den von Mohsdorf[3]. Das Muttergestein des genannten Serpentins ist nach DATHE[4] ein granatreicher Olivinfels, nach DANZIG[5] wie für alle Serpentine unseres Gebietes ein Granatpyroxenfels, unter dessen Gemengteilen Olivin nicht erwähnt wird. REINISCH[6] endlich nennt es Granat-Diopsidgestein. Der Pyroxenfels von Mohsdorf ist nach DATHE[7] ein Diallag-

[1] A. OSANN, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. I. Die Tiefengesteine. TSCHERM. Min.-petr Mitt. 19. 1900. 435—438.

[2] Analyse von R. LEUCKART bei DATHE, Die Diallaggranulite der sächsischen Granulitformation. Zeitschr. Deutsch. geol Ges. 29. 1877. 318.

[3] Analyse von R. LEUCKART bei DATHE, Olivinfels, Serpentin und Eklogite usw. N. Jahrb. f. Min etc. 1876. 232/33

[4] Ebenda, 225 u 337 und Erläut. zu Bl. Waldheim No. 62. 1879. 20.

[5] Erlaut zu Bl. Waldheim—Böhrigen No. 62. 2. Aufl. 1900. 10

[6] Petrogr Praktikum. II. 1912. 203.

[7] Siehe oben Anm. 3.

Olivinfels, nach Danzig[1] ein Pyroxenfels, dessen Gemengteile Augit, Enstatit und Granat sind. 1883 berichtigt Dathe seine Angabe dahin, daß das Mohsdorfer Gestein aus reichlichem Diopsid (wohl neben Olivin), aus Diallag und Granat bestehe. „Einen Teil des Diopsids habe ich für Olivin gehalten."

Neben die Gruppenwerte (T = Tonerdeüberschuß) und die Gesteinsformel des Serpentins vom Breitenberg bei Waldheim unter No. 1 habe ich zum Vergleich die des Serpentins vom Kühstein bei Erbendorf im Bayrischen Wald unter No. 2 gesetzt. Der letzte steht unter den bei Rosenbusch[2] aufgeführten Gesteinen dieser Art jenem chemisch am nächsten. Als Muttergestein von No. 2 wird dort Olivin-Grammatitgestein angegeben.

A. Gruppenwerte:

	S	A	C	F	T	a	c	f	n	m	k	
1.	40.85	0	1,22	56,71	—	0	0,42	19.58	0	9,12	0,69	Serpentin, Breitenberg
2.	39,83	0	0,82	58,07	—	0	0,28	19,72	0	9,38	0,67	Serpentin, Kühstein
3.	40.61	0	1,91	53,65	1,92	0	0,69	19,31	0	9.66	0,71	Pyroxenfels, Mohsdorf
						0,67	0,66	18,67			0,59	

B. Gesteinsformeln:

	s	a	c	f	
1.	40,8	0	0,5	19,5	Serpentin vom Breitenberg.
2.	39,8	0	0,5	19,5	„ „ Kühstein.
3.	40,6	0	0,5	19,5	Pyroxenfels von Mohsdorf.
		0,5	0,5	19	

Beide Gesteine, der Serpentin vom Breitenberg wie der Pyroxenfels von Mohsdorf, liegen also chemisch nach diesen Analysen zwischen den obigen Osann'schen Typen 2 und 3, d. h., sie sind beide Olivingesteine, aber nicht reiner Olivinfels, sondern dem Olivin sind noch andere Silikate, bei No. 1 wohl Granat und Diopsid, bei No. 3 wahrscheinlich auch Diallag oder ein anderer, Tonerde enthaltender Augit beigemengt. Darauf deutet der Tonerdeüberschuß. Jedenfalls weisen auch die chemischen Analysen darauf hin, daß in beiden Gesteinen No. 1 und 3 Olivin als Gemengteil vorhanden ist.

Die vergleichend chemische, d. i. magmatische Untersuchung und Betrachtung der Serpentine ist bisher noch recht wenig gepflegt worden, weil eine gewaltig große Zahl der Serpentinvorkommen überhaupt als den Formationen der kristallinen Schiefer, besonders der Gneis- und Glimmerschieferformation angehörig, in der Zeit

[1] Erläut. zu Bl. Penig—Burgstädt No 76. 2. Aufl. 1899. 8/9.
[2] Elemente der Gesteinslehre. 3. Aufl. 1910. 667. No. 4.

der Herrschaft des Neptunismus für sedimentärmetamorph gehalten und damit den Eruptivgesteinen entzogen worden ist. Sie bieten so in Zukunft ein fruchtbares Arbeitsfeld der chemischen Petrographie.

Die obigen, absichtlich möglichst knapp gehaltenen Ausführungen sollen zunächst nur zeigen, daß die Serpentine des sächsischen Granulitgebirges petrographisch keineswegs eine res finita, vielmehr eine res incerta errorumque plenissima sind. Meine Andeutungen möchten zu einer neuen umfassenden Bearbeitung dieser Gesteine, besonders auch in chemischer Hinsicht anregen in Zusammenhang mit den Pyroxenfelsen des gleichen Gebietes, die nach meiner Überzeugung zu Unrecht in den Verdacht gekommen sind, hier das Muttergestein der Serpentine zu sein, die aber nur mit dem Serpentin räumlich innigst verknüpft sind, aber auch genetisch insofern, als beide, Olivingestein (Serpentin) und Pyroxenfels, Pole, verschiedene Pole der Sonderung (Differenzierung) des gleichen, des Gabbro-Peridotitmagmas darstellen. Aus den Ausführungen geht hervor, daß diese Pyroxenfelse keineswegs die unveränderten Reste des Serpentinmuttergesteines, sondern Vertreter eines ganz anderen, mit diesem vergesellschafteten, gegen die Serpentinisierung aber viel widerstandsfähigeren Gesteines sind.

Leipzig, 22. Juli 1920.

Moorbildungen im tropischen Afrika.

Von **E. Krenkel** in Leipzig.

Mit 2 Textfiguren.

(Schluß.)

Unter den ostafrikanischen Mooren ließen sich schon heute nach bestimmten Merkmalen wie ihren Untergrundsverhältnissen, ihrem Auftreten in verschiedenen Klimaregionen — so z. B. an der feuchten heißen Küste des Tanganjika-Sees in 800 m Meereshöhe, in den kühlen, sehr viel höheren Hochländern des Nordwestens — verschiedene Typen aufstellen. Da aber gerade der Pflanzenbestand der ostafrikanischen Moore, als eins ihrer wichtigsten Merkmale, noch nicht die geringste botanische Erforschung bezüglich seiner spezifischen Zusammensetzung und Abwandlung unter veränderten Wachstumsbedingungen erfahren hat, und fast nur lücken- und laienhafte Angaben über ihn vorliegen, müßte eine solche Aufstellung von Typen als verfrüht unterbleiben, solange nicht der

Botaniker sein Urteil gesprochen hat. Trotzdem mag der Versuch einer nur orientierenden Übersicht der zu scheidenden Typen gewagt werden. Ihr sind die außerafrikanischen Vorkommen beigefügt. Die Moore Ostafrikas werden in der Mehrzahl den tropischen Flachmooren angehören; es ist aber kaum daran zu zweifeln, daß es hier auch tropische Hochmoore gibt.

Zu unterscheiden wären:

I. Tropische Moore.

A. Rezente Tropenmoore:

Untergrund: Kristalline Gesteine; sedimentäre Gesteine verschiedenen Alters; junge Schwemmbildungen terrestrer und mariner Entstehung; Riffe.

1. Tropen-Flachmoore (auf Flachlandgebieten in großer Ausdehnung; in Tälern, Senken von geringerem Umfange; gespeist durch Quellen, Grundwasser und Regenwasser):

a) mit tropischem Regen-Hochwaldbestand, der deutliche Anzeichen eines Sumpfwaldes zeigt, so kegelförmige Pneumatophoren, horizontale Luftwurzeln aus den Stämmen (Besenwurzeln) und Brettwurzeln; Unterholz in verschiedenem Grade, oft nur gering entwickelt. Unter der Wurzeldecke dunkler schlammiger Humus. Offene Wasserstellen nicht selten.

Vorkommen: im Kongobecken am Ruki (Businga); außerhalb Afrikas: Ostküste von und mittleres Sumatra; Ceylon?;

b) mit üppiger Baum- und Buschvegetation, z. T. in reinen, z. T. in gemischten Beständen (mit *Barringtonia racemosa* Bl., *Pandanus,* Kletterfarnen). Kraut- und Graswuchs zurücktretend.

Vorkommen: Großes und Kleines Narunyo-Moor am Lukuledi, Mto Nyangi am Mbemkuru;

c) mit Sumpfgräsern: Grasmoor (mit Gramineen, Cyperazeen, Nymphazeen, Leguminosen). Durchsetzt von wenig dichtem, mäßig hohem Busch und niedrigen, nur vereinzelt höheren Bäumen.

Vorkommen: (3.) Narunyo-Moor, Matumbica-Tal. Außerhalb Afrikas: südliche Westküste von Ceylon;

d) mit reinem oder überwiegendem Sumpfgräserwuchs im Innern („*Papyrus*-Moor“), meist mit offenen Wasserstellen; ohne Baum- und Buschwuchs.

Vorkommen in Afrika: Bucht von Kigoma; Hochländer des Zwischenseengebietes; (kleine) Steppenmoore; Katanga;

e) paralische (Mangroven-)Moore; Pflanzenbestand unbekannt.

Vorkommen: an der Küste Deutsch-Ostafrikas zwischen Bagamojo und Daressalam, z. T. wohl subrezent.

2. Übergangsbildung: Gehängemoore von geringer Ausdehnung mit verkümmerter Baum- und Buschvegetation.

   Vorkommen: Bucht von Kigoma.

3. Tropenhochmoore: Mit niedrigen Gräsern, Farnkräutern und vereinzelten Baum- und Buschgruppen; Vegetation kümmerlich.

   Vorkommen: am Pindirobach im Mbemkurutale (Süden von Deutsch-Ostafrika); zwischen Kigoma und Luitsche (?)

B. Subrezente Tropenmoore:

Schwammige Torflager zwischen jungen Sedimenten (mit Resten von Baumstämmen und anderen Pflanzen).

Vorkommen: am Kongo zwischen Bumba und Lisala, eingelagert in jungen Kongo-Alluvionen, darunter Bleichsand; in Katanga. — Außerhalb Afrikas: in mehreren, durch Bleichsande getrennten Lagen übereinander auf der Malayischen Halbinsel bei Ipoh, Tronoh [1].

II. Subtropische Moore (mit Gebirgsklima im tropischen Gebiet).

1. Flachmoore: Grasmoor ohne Bäume und Sträucher; die Flora zeigt viele Anklänge zu unsern heimischen Moorpflanzen (mit *Aponogeton, Juncus, Scirpus, Eriocaulon* u. a.).

   Vorkommen: Nurelia, am Talagalla (2250 m hoch) auf Ceylon.

   Hierher gehören wohl am besten die *Papyrus*-Moore in den Hochländern des Zwischenseengebietes in Deutsch-Ostafrika.

2. Hochmoore: Grasmoor mit verkümmertem Baumwuchs und wenig Staudenwuchs; ohne Moose.

   Vorkommen: Nurelia auf Ceylon (weitgehende Übereinstimmung in den Familien und selbst in den Gattungen zu der Flora in den norddeutschen Mooren).

Die Annahme, daß auch außerhalb Deutsch-Ostafrikas Bedingungen zur Bildung von Moorgebieten im tropischen Afrika vorhanden sind, habe ich einmal durch Angaben bestätigt gefunden, die mir während meiner Reise durch den Kongostaat gemacht

[1] Besonders ist hier auf die Ausführungen von R. Lang aufmerksam zu machen. (Rohhumus und Bleicherdebildung im Schwarzwald und in den Tropen. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 71 p. 115; — Über die Bildung von Bodentypen. Geol Rundschau. 6. p. 242.)

wurden, wenn man auch auf Erzählungen unerfahrener Gewährsmänner kein zu großes Gewicht legen soll. Von diesen mag deshalb nur eine erwähnt werden, da sie mir nach der Art der Schilderung gesichert erscheint. Es handelt sich nach der Beschreibung um ein großes mit Hochwald bestandenes Sumpfflachmoor. Es dehnt sich am Unterlaufe des Ruki aus, eines linken Nebenflusses des Kongo, der sich unter dem Äquator bei Coquilhatville in den Riesenstrom ergießt und die Urwälder der Mitte des Kongobeckens entwässert. Was mir die Schilderung dieses Moores als wirklich gut beobachtet erweist, ist die Erwähnung von „kurzen, dicken Gebilden, die zugespitzten Baumstümpfen gleichen und in großer Anzahl den sumpfigen Boden bedecken". Es kann sich danach nur um die kegelförmigen Atemwurzeln sumpfständiger Laubbäume handeln, deren Lebensweise also eine große Übereinstimmung verrät zu der Sumpfwaldvegetation, wie sie uns Koorders und nach ihm Potonié aus dem ebenen Flachland des östlichen Sumatra zwischen den Flüssen Siak und Kampar beschrieben haben.

Was mich aber besonders anregte, Nachforschungen nach dem Vorkommen von Mooren im Urwaldgebiet des Kongobeckens anzustellen, war folgende Beobachtung: Ich sah auf der Dampferfahrt kongoabwärts zwischen den an der äußersten nördlichen Biegung des Kongoknies gelegenen Stationen Bumba und Lisala, an einer durch eine der jüngsten Hochfluten mit ihren unvorstellbar riesigen Wassermengen — die im Kongobogen trotz ihrer meilenweiten Ausbreitung über das niedrige Land bis zu fünf und mehr Meter über mittleren Wasserstand im Durchschnitt ansteigen —, frisch abgebrochenen Uferwand ein hochinteressantes Profil junger Ablagerungen entblößt. Zu unterst bis zum Wasserspiegel lagen gutgeschichtete Flußsande von heller Färbung, darüber, allmählich aus diesen hervorgehend, eine schwarzbraune, etwa $1-1\frac{1}{4}$ m mächtige lockere torfige Schicht, in der noch schwärzliches Ast- und Wurzelwerk zu erkennen war, und über dieser als Abschluß, nun aber mit scharfer Abwaschungsgrenze ansetzend, jüngste, gelb und braun gefärbte Flußablagerungen des Kongo.

Dieses Profil, dessen Örtlichkeit ich nicht näher angeben kann, da die Kriegsgefangenen sorgsam vor der Benutzung einer Landkarte bewahrt wurden, zeigt in klarster Weise, wie sich zu einer, wohl nur wenig zurückliegenden Zeit über jungen Flußsedimenten ein Sumpfflachmoor, vielleicht in einer Uferniederung, gebildet hat, dessen nähere Charakterisierung dahingestellt bleiben mag, wenn es sich wohl auch um ein Waldmoor gehandelt hat. Es wuchs — nach Analogie des gegenwärtigen Wachstums der Flora im tropischen, feuchtigkeitsschwangeren Kongo-Urwald zu urteilen, das in kurzer Zeitspanne enorme Pflanzenmassen hervorbringt — rasch heran, wurde dann durch eine Laufverlegung, wie sie noch heute in dem ungebändigten, insel- und altwässer-

reichen, in Dutzende von Armen oft zerschlagenen Urstrom eine tägliche Erscheinung sind, z. T. zerstört und mit einer neuen Lage von Flußsedimenten eingedeckt. Ein Einschneiden des Flusses in seine Ablagerungen brachte das werdende Kohlenflöz wieder ans Tageslicht, das die unter ihm liegenden Schichten zu Bleichsanden ausgebleicht hat.

Damit ist der Beweis geliefert, daß im tropischen Urwald des Kongobeckens Moore in junger geologischer Zeit entstanden sind, ebenso wie sie noch heute in ihm gedeihen.

Um diesen Beweis zu stützen, führe ich eine Schilderung des während des Krieges gefallenen, um die Förderung der geologischen Erkenntnis Mittelafrikas so hochverdienten Dr. C. Guillemain an, die dieser aus der Südprovinz der Kongokolonie, aus Katanga, über ein ganz ähnliches, nur im Aufbaumaterial wohl abweichendes Torflager gibt. Katanga liegt bereits außerhalb des geschlossenen tropischen Urwaldes des Kongobeckens und ist weniger regenreich. Guillemain, dessen Beobachtung bisher wohl unbeachtet geblieben ist, schreibt gelegentlich der Behandlung der Frage, ob sich Kohlen in Katanga finden: „Erwähnt mag hier noch werden, daß in bedeutenderen rezenten Alluvialablagerungen Katangas, wie wir sie in tiefer eingeschnittenen Tälern gelegentlich finden, bisweilen ganz jugendliche Kohlenflözbildungen zu beobachten sind, die aber wohl lediglich theoretisches Interesse beanspruchen können. Es handelt sich dabei um die Residuen ausgedehnter *Papyrus*-Sümpfe, wie wir sie noch heute in erheblicher Ausdehnung im unteren Lufiratale und auch an den andern Kongoquellflüssen (Lualaba und Luapula) gerade dort beoachten können, wo ihr Lauf in flachem Gelände weit ausgedehnte Sumpf- und Seengebiete durchschneidet. In diesen häufen sich im tropischen Klima mit seiner überaus üppigen Vegetation außerordentliche Massen pflanzlicher Sinkstoffe an, unter denen wieder die voluminösen Wurzelstöcke der *Papyrus*-Stauden eine hervorragende Rolle spielen. Man hat daran gedacht, auch diese jugendlichen Brennstoffanhäufungen an Stelle von Kohlen zu benutzen. . . .“

Ganz ähnliche Erscheinungen hat R. Lang, der im östlichen Sumatra wachsende Waldmoore über weiten Gebieten fand, ähnlich denen am Ruki, von der Malayischen Halbinsel bekanntgemacht, wo sich in den Tagebauten der Zinngruben ausgezeichnete Profile von Waldsümpfen und ihrer Gesteinsunterlage finden. Unter jungen Alluvionen und Bleichsanden folgen hier fast überall mehrere Meter Dicke erreichende, moderartige, schwammigfeuchte Humusansammlungen, in denen schwarzgefärbte Äste, Baumstämme und Wurzelstümpfe eingebettet liegen. In der größten der dortigen Zinngruben, der 40 m tiefen Tronohmine, folgen nicht weniger als drei von Bleichsanden getrennte rezente und subrezente Kohlenablagerungen untereinander, die völlig durchfeuchtet waren und

aus noch unverfestigtem schwammigen, weichen Material bestanden [1].

Daß im Gebiete des feuchten tropischen Kongo-Urwaldes Ansammlung von Rohhumus und Moorbildungen keine Ausnahme, vielleicht sogar eine Regel ist, scheinen auch die Schwarzwasserflüsse des inneren Kongobeckens anzudeuten. Der tropische Urwald bedeckt in Zentralafrika ein ausgedehntes, wenn auch nicht völlig geschlossenes Gebiet, das sich vor allem zwischen dem 5. Grade nördlicher und dem 5. Grade südlicher Breite zonenartig zu beiden Seiten des Äquators erstreckt, mit einzelnen, durch eindringende Steppen getrennten Ausläufern vor allem nach Süden im Stromgebiet des Kasai. Im Osten bezeichnet der 30. Grad östlicher Länge seine Grenze, die im Westen die Küste des Golfes von Guinea bildet. An diese selbst tritt der Kongo-Urwald nicht überall unmittelbar heran, so an der Mündung des Kongo, in Französisch-Gabun bis zum Ogowe, da hier bereits andere klimatische Bedingungen herrschen.

Die das Kongobecken durchziehenden, äußerst zahlreichen kleinen und großen Gewässer sind echte Schwarzwasserflüsse. Sie führen ein von gelöstem Humus bald tiefschwarz, bald bräunlich in verschiedenen Tönen gefärbtes, opalisierend leuchtendes Wasser. Durch seine Farbe erweckt es zumeist den Anschein starker Trübung. Eingetauchte Gegenstände lassen sich jedoch in großer Klarheit viele Meter tief in ihm verfolgen. In ein Gefäß geschüttet, in dem das Wasser gleichfalls noch bräunlich aussieht, setzt sich aus ihm nur ein sehr geringer Niederschlag ab. Dieses dunkle Schwarzwasser, das nur bei Niedrigwasser und ruhiger Strömung seine Eigenart unverfälscht zeigt, führen die Ströme des Kongobeckens allein innerhalb des Urwaldbereichs, nicht außerhalb desselben, ein deutlicher Hinweis daraufhin, daß die dunkle Färbung mit der Erzeugung und Ansammlung von Rohhumus zu-

[1] R. Lang, Geol.-min. Beobachtungen in Indien, 1—3. Dies. Centralbl. 1914. p. 257, 513; — Über die Bildung von Bodentypen. Geol. Rundschau. 6. p. 242; — Rohhumus und Bleicherdebildung im Schwarzwald und in den Tropen. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 71. p. 115. — Meine Beobachtungen über tropische Böden decken sich mit den äußerst wichtigen, von R. Lang auf Sumatra, Java und Malakka gemachten, vor allem über die Entstehung des Laterits. Ich habe im Urwaldgebiet am Kongostrome selten und nur bei bestimmten, hier nicht näher zu erörternden Verhältnissen Laterit an die Oberfläche treten sehen, dagegen ganz überwiegend Braunerden, die zu oberst sehr humusreich und dunkel gefärbt sind; unter diesen sind in großer Ausdehnung bunte Verwitterungsmassen erschlossen. Außerhalb des feuchten Urwaldes, so in Nord-Katanga, nehmen die Oberflächenböden bereits oft einen rötlichen Schimmer an. Im Innern Ostafrikas mit seinen geringen Niederschlägen finden sich dagegen echte rezente Laterite in verschiedener Ausbildungshöhe; hier wäre ein geeignetes Feld zu ihrem Studium.

sammenhängt. Ich habe als Beispiel hierfür beobachtet, wie der Lualaba, einer der großen Quellströme des Kongo, der außerhalb des mit Urwald bestandenen Kongobeckens in den trockeneren Steppengebieten an der Grenze zwischen der Kongokolonie und Nord-Rhodesien entspringt, z. B. bei Kongolo noch gelbliches, stark durch Schlamm getrübtes Wasser führt. Bei Kindu, stromab von Kongolo, nahe an der Südgrenze des Urwaldes gelegen, beginnt sich das Wasser bereits zu verfärben, um dann allmählich seine typische Schwarzfärbung dort anzunehmen, wo die großen Nebenflüsse aus dem Urwaldgebiet in den Kongo münden. Das Umgekehrte wiederum läßt sich am unteren Mittellaufe des Kongo sehen, wo die Schwarzfärbung nach dem Austritt aus dem Urwaldbezirk sich ziemlich rasch verliert und einer gelblichen trüben Farbe Platz macht[1].

Geht man von den im Vorstehenden wegen des Vorkommens von Moorbildungen besonders erwähnten Gebieten im Kongobecken aus, so wäre über deren Klima zu sagen: Zwischen Coquilhatville und Lukolela am Kongo (Ruki-Hochwaldmoor) findet sich eines der regenreichsten Areale des Landes:

Stationen	Regenmenge	Mittl. Jahrestemp.
Coquilhatville	1861 mm	—
(Eala in der Nähe von C. 1911	2056 „)	ca. 24° C
Irebu	1709 „	—
Lukolela	1611 „	—

Am äußersten Kongobogen (subrezentes Moor zwischen Bumba und Lisala) wurde gemessen in:

Stationen	Regenmenge	Mittl. Jahrestemp.
Nouvelle Anvers	1607 mm	—
Jambata	1644 „	ca. 25° C
Basoko	1397 „	—

In Katanga (rezente und subrezente *Papyrus*-Moore) — das mit seinen gebirgigen Waldsavannen bereits eine ausgeprägte Trockenzeit von mehreren Monaten und hohe Niederschläge in den Regenmonaten aufweist — betragen Regenmenge und mittlere Jahrestemperatur für die Stationen:

Lukafu	1097 mm	
Elisabethville	1206 „	(i. J. 1912) ca. 20—22° C
Tschinsenda	1335 „	

Im ganzen betrachtet, ist das Urwaldland des Kongobeckens weniger regenreich, als meist angenommen wird. Die in ihm niedergehenden Regen sind beträchtlich geringer, als z. B. auf

[1] Schwarzwasserflüsse können ihre Färbung auch Faulschlammgebieten verdanken; siehe KEILHACK, l. c.

den malayischen Inseln, wo auf Sumatra und Java Regenmengen von weit über 3000 mm durchaus die Regel sind. Im Kongobecken bewirkt jedoch die Form der gewaltigen geologischen wie orographischen Mulde eine intensive Sammlung der Niederschläge in der Rinne des Kongo. Dazu ist die Verdunstung durch die üppige, den Boden vor Austrocknung bewahrende Pflanzendecke und die meist starke Wolkenbildung gehemmt. Diese Momente steigern die geologische Wirksamkeit der kaum jemals 2000 mm übersteigenden Regenmenge für die Urwaldstrecken um das Mehrfache [1].

Die aus dem tropischen Afrika bisher beschriebenen Moore sind nicht zahlreich. Sie werden sich jedoch rasch als weit verbreitet herausstellen, sobald auf sie aufmerksam geachtet wird.

Die Entstehung und Aufspeicherung von Humus ist abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit in seinem Bildungsgebiet, wobei letztere wiederum zusammengesetzt ist aus Niederschlagsmenge und Verdunstungsgröße. Je höher die tägliche Temperatur eines Ortes ist, je ungleichmäßiger die ihm zugehende Wassermenge über das ganze Jahr sich verteilt, desto schneller fällt im allgemeinen der gebildete Humus durch Steigerung der Oxydationswirkung des Sauerstoffs der Verwesung anheim. Niedere Temperaturen verlangsamen dagegen seine Verwesung. Das gleiche bewirkt Feuchtigkeit durch Anreicherung des Kohlenstoffs während des Verwesungsprozesses. Sie kann bei großer Höhe die Verwesung so gut wie ganz hintanhalten, also auf das Fossilwerden des Humus hinwirken.

Da nach den Beobachtungen in den gemäßigten Breiten der Erde niedrige Temperaturen, zusammen mit einer gewissen Menge an Feuchtigkeit, der Bildung von Mooren günstig sind, so sollte im Gegensatz dazu in den Tropen die sehr viel höhere Temperatur jede Bildung von solchen unmöglich machen. Diese, nur durch ungenügendes Tatsachenmaterial aufgekommene Ansicht ist durch die neueren, sich häufenden Beobachtungen endgültig widerlegt.

Hohe Temperaturen — als unterste Grenze für diese mögen in den Tropen 22° C im Jahresdurchschnitt dienen, wobei es nicht

---

[1] Die angeführten kurzen meteorologischen Daten sind amtlichem Material und Einzelarbeiten, vor allem von Maurer, Heidke, Marquardsen, Bachmann, Schlikker, entnommen. Die Beobachtungen der zentralafrikanischen Stationen sind zumeist nur mit einiger Vorsicht zu gebrauchen, da es an einwandfreien, langjährigen Beobachtungsreihen, besonders in der Kongokolonie, fehlt; doch geben sie immerhin gute Anhaltspunkte. — Viel zu selten werden exakte Daten der Klimatologie für die Aufhellung noch wenig geklärter Fragen der allgemeinen Geologie herangezogen, bei der man sich mit unklaren und unbegründeten Sätzen begnügt. Aber gerade die Klimato-Geologie der Gegenwart verspricht wertvolle Ergebnisse für viele noch wenig geförderte Probleme geologischer Prozesse in den Tropen zu geben.

unwesentlich ist, wie die den Jahresdurchschnitt zusammensetzenden Einzeldaten (z. B. die Tagesextreme) über das Jahr verteilt sind, so gleichmäßig oder heiße und kühle Jahreszeiten bildend — vermögen vielmehr nicht die Ansammlung von Humus zu verhindern, wenn ihnen eine entsprechende Höhe der Feuchtigkeit gegenübersteht. Als unterste Grenze für ein Optimum an Feuchtigkeit zur Ermöglichung einer intensiven, rasch vorschreitenden Moorbildung sei 1300 mm Regenfall im Jahre angenommen. Hierbei besteht wiederum ein gewisser Unterschied für jene darin, ob die Regenmenge gleichartig über das Jahr verteilt ist oder sich in eine Anzahl von Monaten zusammendrängt. Höherer Niederschlag als 1300 mm begünstigt die Moorbildung in steigendem Maße. Verhinderung der Verdunstung, wie im tropischen Urwald durch starken Unterwuchs und dichtes Blätterdach, ist bei den unteren Grenzwerten einer optimalen Befeuchtung zu deren voller Wirksamkeit ein wichtiger Faktor.

Die Feuchtigkeit ist für die Bildung eines Moores in allen Klimaten ausschlaggebend. Die Temperatur steht ihr als weniger wichtig nach, wenn sie auch nicht unter eine Mindestgrenze hinabrücken darf. Es bilden sich Moore in gemäßigten und heißen Klimaten. Sie bilden sich nicht in trockenen Klimaprovinzen; hier fehlt starke Humusansammlung, auch die erhaltende Feuchtigkeit. Moore bilden sich jedoch bereits in halbtrockenen Klimaprovinzen in kleinem Umfange unter günstigen Umständen, bei Niederschlägen von roh 500 mm an aufwärts, so auf den Hochländern des Innern Deutsch-Ostafrikas. Besonders aber gedeihen sie in feuchten Klimaprovinzen mit mindestens 1300 mm Niederschlag wie im Kongobecken, im Malayischen Archipel, auf Ceylon, wo die humuserhaltenden Faktoren die ihn vernichtenden bei weitem überragen.

In der Größe der Beschaffung des Rohmaterials zur Humusanhäufung besteht jedoch in den verschiedenen Klimaten ein nicht scharf genug zu betonender Unterschied. Im gemäßigten Klima hält sich die Humusbildung vermöge des geringfügigen Pflanzenwuchses stets in engen Grenzen. In den tropischen feuchten Klimaregionen dagegen ist der Pflanzenwuchs durch starke Steigerung sowohl der Wärme[1] wie des Niederschlags bei geringer Verdunstung ein so ungeheuer intensiver, daß die Vorbedingungen für die Entstehung mächtiger Humuslager unvergleichlich viel günstiger sind als dort. Der durch hohe Feuchtigkeit und ständige Zufuhr neuer Nährstoffe hervorschießende Pflanzenwuchs der Tropen besiegt die an seiner Zerstörung arbeitende Wärme und hinterläßt die Zeug-

---

[1] Bei rund 20° C ist nach den vorliegenden Untersuchungen ein Optimum im Wachstum der Pflanzen erreicht. Eine weitere Temperatursteigerung bewirkt keine Wachstumserhöhung mehr; sie kann vielmehr bereits schädlich auf den Lebenshaushalt der Pflanze einwirken.

nisse seines gewaltigen Wachstums, für dessen Triebkraft das sichtbar fortschreitende Überwuchern kaum verlassener Rodungen ein Maßstab wäre, in rezenten und subrezenten Mooren, letztere als wichtige Bindeglieder zu vielleicht noch aufzufindenden älteren Bildungen, als deren Schlußstein heute die Karrukohlen des indoafrikanischen Kontinents erscheinen.

Die wichtigsten Perioden weit ausgedehnter und langandauernder Moorbildung auf der Erde standen unter der Herrschaft eines tropischfeuchten Klimas über niedrigen Gebieten, mit allen seinen, einen üppigen Wuchs der Flora fördernden Eigenschaften.

Beitrag zum Nördlinger Ries-Problem.

Von Major a. D. Dr. **W. Kranz** in Stuttgart.

Mit 1 Textfigur.

(Schluß.)

E. Fraas scheint also nur zufällig ein am oberen Rande der Masse liegendes Vorkommen aufgeschlossen gesehen und die Pisolithe in der Breccie selbst übersehen zu haben. Er hielt deshalb eine Beteiligung von obermiocänem Süßwasserkalk an der Lauchheimer Breccie anscheinend für zweifelhaft und meinte, diese Kalke schienen erst durch spätere Rutschung in die Masse hineingekommen zu sein. Wie sie dann aber dort oben am Bildwasen entstanden sein sollen, bleibt unerklärlich. Und wenn man die älteren, durch meine Feststellungen bestätigten Zeugnisse für das Vorkommen der obermiocänen fossilführenden Pisolithkalke in diesem Gemenge richtig bewertet, so kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die Sprengmasse vom Bildwasen wenig jünger ist als die darin eingewickelten obermiocänen Pisolithe und Braunkohlenbildungen. Der geringe Altersunterschied zwischen Sprengmasse einerseits und Pisolithen-Braunkohlenbildungen andererseits läßt sich allerdings an Ort und Stelle nicht nachweisen. Da aber anderwärts die Bunte Breccie und sogar die noch jüngeren suevitischen Tuffe normal gelagertes Obermiocän der *Sylvana*-Stufe in ihrem Hangenden haben (vgl. oben), so folgt aus alledem: Das ganze Riesphänomen, von den spaltenerweiternden Vorexplosionen über die Hauptsprengung und die suevitischen Nachschübe bis zur Ablagerung der letzten Rieskalke fällt in das Obermiocän. Für eine Beteiligung von alttertiären Gebilden an der Lauchheimer Breccie (E. Fraas 1919, p. 20[1]) liegt aber keinerlei Beweis vor, und die

[1] Vermutlich Verwechslung mit der Weilheimer Breccie, wo ja Schütze — außer dem obengenannten Obermiocän — Alttertiär nachgewiesen hat

Stellung der Riesbildung in das obere Mittelmiocän (E. Fraas 1919, p. 29) muß als Irrtum bezeichnet werden. Im übrigen wäre es für die Sprengtheorie an sich gleichgültig, ob die Pisolithe am Bildwasen während oder kurz nach der Entstehung der Sprengmasse mit dieser in Berührung kamen, und ob Alttertiär darin eingewickelt ist oder nicht. Nur läßt sich jetzt aus dem obermiocänen Alter der eingekneteten Süßwasserkalke mit Sicherheit auf das Vorhandensein von Süßwasser im Riesgebiet kurz vor der Hauptsprengung schließen. Seine Menge kann nicht gering gewesen sein, wenn schon in so entfernten Aufschlüssen von mehreren Beobachtern zu verschiedenen Zeiten fossilführende Pisolithe eingebettet gefunden wurden. Jedenfalls genügte das Wasser — in Verbindung mit dem Grundwasser der Alb — zur Erzeugung der Riessprengung im „oberen Magmaherd" (vgl. die Abbildung). Daß übrigens auch E. Suess schließlich etwas ganz Ähnliches vorschwebte und nicht mehr „eine Überschiebung einzelner Gebirgsstöcke" [1], geht aus seiner Erklärung des Riesphänomens durch eine „phreatische Explosion" klar hervor: φρέαρ bedeutet Ziehbrunnen, Wasserbehälter, die Amerikaner verstehen unter „phreatischem Wasser" das Grundwasser [2]. E. Suess meinte also offenbar eine Wasserdampf Explosion. Er stellte dies auch ausdrücklich seiner früheren Deutung des Rieses als „Einbruchsfeld" gegenüber und leugnete damit eine „Senkung" des Riesbeckens ebenso entschieden, wie ich das seit meinem Sprengversuch 1912 tue. Daher beruht es auch auf Irrtum, wenn E. Fraas (1919, p. 29) erklärt, die Ansichten stimmten darin überein, daß der heutige Rieskessel das Produkt einer Senkung sei, welche der Hebung nachfolgte: Hebung halte ich nur insofern für gegeben, als die große Explosion und die suevitischen Nachschübe das herausgesprengte Grund- und mesozoische Gebirge, sowie das zerspratzte Magma gewaltsam emporschleuderten, herausschossen und beiseite schoben Nachfolgende Senkung eines „Riesberges" ist aber m. E. nach wie vor nicht erwiesen, schon weil ich die Notwendigkeit der Annahme einer solchen Hebung leugne. Es ist auch kein Argument für Abrutschungen von diesem „Berge", wenn wir in der Nähe des Riesrandes „die größte Anhäufung von Schollen und Klippen in kaum zu entwirrenden Lagerungsverhältnissen" treffen; denn das muß am Rande eines Sprengkessels ebenso sein. „Hebung" und „Senkung" zahlenmäßig berechnen zu wollen (a. a. O. p. 7), halte ich für zwecklos, einmal weil es sich im Ries und Vorries m. E. um explosive Hebungen, d. h. Sprengwirkung

[1] E. Fraas (1919, p. 29) zitiert darüber offenbar nur E. Suess' Antlitz der Erde. I. 1885. p 262; zuletzt hat aber Suess (Antlitz der Erde III. 2. 1909, p 655 f.) das Ries für das Erzeugnis einer phreatischen Explosion gehalten. Vgl. W Kranz a. a. O. 1912, p. 54.

[2] H. E. Gregory (Editor), Military geology and topography. New Haven 1918. p. 116.

handelt, bei denen u. U. noch ein Flug durch die Luft in Rechnung zu stellen wäre. und weil die einzige Bohrung, welche im Rieskessel anstehendes, normal gelagertes Gebirge (unter dem Marienberg) erreichte[1], diesen Keuper in anscheinend ziemlich normaler Tiefenlage antraf. Wollte man dem die Tatsache entgegenhalten, daß sich Keuper auch an andern Stellen des Rieses im Zusammenhang mit Grundgebirge und Bunter Breccie findet, so zeigt die wirre Lagerung dieser andern Keupervorkommen, daß es sich dabei um Trümmergestein bzw. Sprengschutt handelt, nicht um anstehendes Gebirge wie in der Tiefbohrung am Marienberg-Stoffelberg. Eine weitere Bohrung im Ries[2] (Enkingen) endete in zersetztem Granit, alle übrigen älteren Bohrungen[2] dürften die Basis der tertiären See-Ablagerungen, das Sprengtrümmerfeld, nicht einmal erreicht haben. Daß es sich selbst beim Granit um Trümmer handelt, zeigen auch E. Frass' Beobachtungen (p 30): Ein großer Teil der Granite trägt alle Erscheinungen eines starken Transportes, welcher ihm zuweilen den Charakter der Bunten Breccie aufprägt. „Hier liegt also nicht ein einheitliches basales Grundgebirge vor ......, sondern ein Material, das teils gewaltigen Horizontalschub durchgemacht hatte, teils alle Spuren explosiver vulkanischer Tätigkeit an sich trägt."

e) Die stärksten Zweifel an der „Riesberg"-Theorie erregt ferner das „Fehlen einer sichtbaren Abbruchlinie gegen das Ries", was E. Fraas selbst betont (a. a. O. p. 28). Die vermutete Bruchspalte im unteren Egertal von Flochberg bis zum Ries könnte einer radialen (oder tangentialen) Spalte im Sinne meines Sprengversuchs (1912, p. 64) entsprechen, die vermuteten Störungen bei Zipplingen und Wessingen vielleicht konzentrischen oder Radialspalten. Im übrigen ist es aber E. Fraas trotz aufmerksamem Suchen „nicht gelungen, auch nur einen Punkt auf der Karte ausfindig zu machen, an welchem ein Abbruch des Jura gegen das Ries einwandfrei nachzuweisen wäre." Fraas' (neues) Profil bei Benzenzimmern zeigt wie mehrere ältere normal gelagerten Jura, abgeschnitten durch eine gegen den Sprengkessel hin schräg einfallende Fläche, an die sich das Trümmergestein (hier Granit ohne Spuren von Kontakt oder Pressung) anlagert: M. E. wurde es bei der Riessprengung dorthin geschleudert. Da nun im Sinne der „Riesberg"-Theorie eine scharfe Abgrenzung des ungestörten Gebirges im Vorries vom Ries selbst „theoretisch unbedingt erforderlich" sei, meint E. Fraas: „Der Bruchrand des Rieses selbst liegt weiter vom Rand entfernt und ist vollständig unter der tertiären

---

[1] Kranz, a. a. O. 1912. p. 59 f.; 1913, p. 81. — Reuter, a. a. O. 1912. p. 2 u. 10.

[2] Deffner und O. Fraas 1877, p. 13 ff.

und diluvialen Decke der Beobachtung entzogen." Abgesehen davon, daß die REUTER'sche Tiefbohrung am Marienberg (vgl. unten Anm. 2) das Gegenteil zu beweisen scheint, würden wir mit solchen apodiktischen Behauptungen vollkommen den Boden der Tatsachen verlassen und uns in beweislose Hypothesen verlieren. Ich hatte seinerzeit selbst im Banne der älteren Theorien derartige Bruchränder um einen Rieshorst herum angenommen (a. a. O. 1910, p. 523; 1911, p. 33), diese Anschauung aber nach meinem Sprengversuch aufgegeben (1912, p. 65), auch weil jeder Beweis für solche Störungslinien fehlt. Geringe Einsenkungen des Riesinnern kämen wohl in Frage[1], es könnte sich dabei aber lediglich um schwache Verbiegungen, Flexuren etc. handeln. Jedenfalls ist bisher für den ganz hypothetischen Bruchrand eines abgesunkenen „Riesberges" keinerlei Nachweis erbracht worden, und ich bin daher der Ansicht, daß auch aus dem nächsten Stich der bekannten Geologischen Übersichtskarte von Württemberg, Baden etc. (1 : 600 000) die randlichen Verwerfungslinien um das Ries herum verschwinden müssen; sie machen das sonst so schöne Kartenbild nur unwahr. Ich habe dieses angebliche Spaltensystem und die ganze Theorie vom „Grundgebirgspfropfen im Ries" nicht nur deshalb bezweifelt, „weil eine neue Tiefbohrung 1911, am Fuß des Stoffelbergs, nach Durchbohrung von 23 m Granit[2] auf lagerhaften Stubensandstein gestoßen ist, der bis zu 74 m anhielt"[3]: Nicht nur diese einzelne Beobachtung, sondern die Gesamtheit aller bisher bekannten Tatsachen vom geologischen Bau des Rieses in Verbindung mit meinem Sprengversuch und einer entsprechenden Mitteilung von Herrn Geheimrat PENCK haben mir 1911 diesen Zweifel aufgedrängt, den seither jede neue tatsächliche Beobachtung im Ries und Vorries bestärkte[4]. Nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft halte ich die Sprengtheorie, ohne den aufgetriebenen und wieder abgesunkenen Grundgebirgspfropfen eines hypothetischen „Riesbergs", für die zurzeit beste Lösung des Riesproblems, der keine bis jetzt be-

---

[1] Vgl. KOKEN, Geol. Stud. fränk. Ries. 1902, p 444.

[2] Tatsächlich wurde unter 12,4 m Verwitterungsschutt und Lehm 27,4 m Granit bzw. Diorit und Dioritgrus mit etwas Lehm, darunter 3,4 m Dioritgrus und Keupersand, und hierunter erst Stubensandstein, rotbrauner Keuperletten und Keupersandstein erbohrt. Den Keuper bezeichnet REUTER als normal gelagert: der Wasserreichtum der Sandsteine lasse darauf schließen, daß die Keuperplatte große Ausdehnung besitze und wahrscheinlich mit dem Keupergebiet im Norden des Rieses zusammenhänge. Vgl. auch W. KRANZ 1913, p. 81 f.

[3] C. und R. REGELMANN, Erläuterungen zur 10. Auflage der Geol. Übersichtskarte von Württemberg etc. 1919, p. 68.

[4] W. KRANZ, Oberrhein. geol. Ver. 1912, p. 60 ff.; a. a. O. 1913 u. 1914.

kannte Beobachtungstatsache widerspricht, was man von den älteren Hypothesen nicht mehr behaupten kann.

Ich gebe zu, daß namentlich die älteren Geologen, die keine Gelegenheit zur Beobachtung des Minenkriegs im Felde[1] hatten, sich schwer werden vorstellen können, welch ungeheure Gewalt eine überladene Mine zu entwickeln vermag. Ein klassisches Beispiel dafür sind ja die 19 englischen Minen, die am 7. Juni 1917 in die Luft flogen und die Hügel von Wytschaete—Messines bis zur Unkenntlichkeit verwüsteten. Mit wesentlich großartigeren Mitteln arbeitet die Natur: Durch explosive Eruption hat sich der Krakatau vollkommen umgestaltet, der größte Teil seiner Hauptinsel samt einem Teil des Rakata flog am 27. August 1883 in die Luft, „so daß dort ein 75 qkm umfassendes Bruchfeld mit einem über 300 m tiefen Meere entstand, während die beiden Nebeninseln durch die neuen Auswurfmassen eine nicht unbeträchtliche Vergrößerung erfuhren"[2]. Dabei handelte es sich hier höchstens um eine „normal geladene Mine"[3]. Daß sich aber die Erfahrungen der Sprengtechnik auch auf größte Verhältnisse in der Natur übertragen lassen, zeigen z. B. die gewaltigen äußeren Krater des Mouna Loa und des Pic von Tenerifa[4]: Der Kessel dieses letzteren, die Caldera, erreicht mit einem größten Durchmesser von 19 km fast genau den Ries-Durchmesser (ca. 21 km); der Ringgit-Krater auf Java mißt ebenfalls 21 km, und der Ngoróngora-Krater in Deutsch-Ostafrika erreicht oder übertrifft mit 20 oder 22 km Durchmesser[5] den Rieskessel, der also hinsichtlich seiner Größe unter den vulkanischen Erscheinungen keineswegs vereinzelt dasteht. Die Riesenkrater Ostafrikas sollen angeblich nicht durch Explosion entstanden sein, „da vulkanische Trümmermassen fast völlig fehlen." Das ist aber dort ebensowenig stichhaltig, wie beim Ries, weil das vulkanische Material bei den gewaltigen Explosionen größtenteils zerspratzt und nachher durch Erosion abgetragen sein kann, vor allem beim Ries, wo für diese Zerstörung die ganze Zeit seit dem Obermiocän zur Verfügung stand. Vielleicht sind auch manche Suevite im Vorries Reste aus der großen zentralen Explosion. Allgemein wird zugegeben[4], daß die Calderen durch Explosion entstanden sein können.

---

[1] Vgl. Heyer, a. a. O. 1920.

[2] E. Kayser, Allg. Geologie. 1918, p. 752 f. — W. Sievers, Asien. 1904, p. 615.

[3] W. Kranz, a. a. O. 1914, p. 20.

[4] E. Kayser, a. a. O. p. 725, 733. — E. Haug, Traité de Géologie. I. 1907, p 264 f. — A. Geikie, Text-Book of Geology. I. London 1903. p. 290, 326, 335.

[5] E. Kayser, a. a. O p 734. — Sievers, a. a. O. p. 619. — W. Koert, Ergebnisse der neueren geol. Forschung in den deutsch-afrikanischen Schutzgebieten Beiträge z. geol. Erforschung der deutschen Schutzgebiete. H. 1. 1913, p 221 f.

Die andern Theorien, wonach Erosion in Verbindung mit allmählichem Nachbruch der Steilwände, oder Einbruch bzw. Zurücksinken der mittleren Vulkanteile die Bildung der Calderen verursacht haben könnte, ändern an dieser ersten Möglichkeit nichts, und ich vermag mir vor allem nicht vorzustellen, daß solche Erosionswirkungen oder Einbrüche ausgerechnet so kreisrunde Formen erzeugt haben sollten wie das Ries. Gerade diese Form weist m. E. zwingend auf zentrale Sprengwirkung in größtem Maßstabe hin. Auch mit den mechanischen und ballistischen Gesetzen steht die Sprengtheorie in vollstem Einklang. Sie erklärt sowohl plötzliche Wirkungen, wie z. B. die vollständige Zertrümmerung (Vergriesung) fester Gesteinsarten, als auch Pressungen, die mit verhältnismäßig langsam wirkendem Druck und Schub erklärt werden, wie die Kleinformen bei den Verdrückungen der Belemniten oder die intensive Verknetung von Gesteinen verschiedener Formationen in einer Masse, etwa durch gegenseitige Einwirkung schwerer und leichter Gebirgsteile mit verschiedenen Anfangs- und Endgeschwindigkeiten nach Flug durch die Luft bzw. beim vulkanischen Deckenschub. Deffner[1] erwähnt solche zerbrochenen, in den einzelnen Bruchstücken gegeneinander verschobenen und wieder verkitteten Belemniten u. a. vom Ries, „wo sie am äußeren Senkungswall des großen Rieskessels eine gewöhnliche Erscheinung in allen Horizonten des braunen und weißen Jura bilden", d. h. also in der Zone der stärksten vulkanischen Überschiebungen. In der Stuttgarter Naturaliensammlung liegen außer Deffner's Originalen zahlreiche derartige Belemniten, *hastatus* vom Kampf bei Holheim, aus Weiß-Jura γ vom Lachberg bei Herkheim, aus Juraschutt von Schopfloch, aus α- und γ-Gries von Bopfingen und Utzmemmingen, von „Fünfstetten, km 15,2 und 15,8", vom Lauchheimer Tunnel, von der „Kreutzung der Jaxtheim-Wessenberger mit der Nördlingen—Ellwanger Straße, 1868", vom „Weinberg oberhalb Hohlheim an der Hernsheimer Straße", aus Weiß γ von der Ringlesmühle, von Wessingen, sowie 2 krummgebogene Belemniten aus Weiß β vom Hundsruck, eine gekrümmte Alveole aus Weiß α vom Lochen. In der Sammlung des Mineralogisch-Geologischen Instituts der Technischen Hochschule zu Stuttgart liegen zerbrochene, z. T. in geradem Verband gebliebene, z. T. in den einzelnen Bruchstücken gegeneinander verschobene und dann wieder verkittete Belemniten, neben einzelnen losen Bruchstücken, größtenteils aus *Opalinus*-Ton vom Lauchheimer Tunnel, zwei aus braunem Jura vom „Eisenbahn-Einschnitt bey Bopfingen". Deffner ließ die Frage offen, ob der Seitendruck auf die Belemniten „nicht bloße Folge eines einfachen

---

[1] C. Deffner, Lagerungsverhältnisse zwischen Schönbuch und Schurwald. Jahresh. Nat. Württ. 1861, p. 238 f.; Abbildungen von *Belemnites giganteus* und *hastatus* aus dem Ries.

Herabrutschens der am Abhang liegenden Amaltheentone ist, welches mit der Senkungskatastrophe in gar keinem Zusammenhange mehr stand, sondern vielleicht in weit späterer Zeit stattgefunden hat.“ Daß dies bei den Riesbelemniten unwahrscheinlich ist, glaube ich ebenso wie DEFFNER und möchte die angedeutete Einwirkung der Riessprengung annehmen. Entsprechende Erscheinungen in den Alpen, verbunden mit Streckung der Fossilien, führt man ja wohl allgemein auf langsam wirkenden, auswalzenden Gebirgsdruck zurück [1], ich halte es aber für sehr wahrscheinlich, daß außer vulkanischem Deckenschub auch plötzliche Pressung durch schräg niederfallende Gesteinsblöcke auf eine weiche, tonig-mergelige Masse an darin eingebetteten Belemniten derartige Druckformen zu erzeugen vermag, zumal die schwäbischen verdrückten Belemniten kaum Anzeichen von Streckung aufweisen; sie sind fast nur zerbrochen und verschoben. Weiche Massen finden sich z. B. an der Bahn Donauwörth—Treuchtlingen und am Lauchheimer Tunnel (vgl. oben), und da ich bei diesen entferntesten Bunten Breccien Flug durch die Luft aus dem Ries bis zu ihrer jetzigen Lagerstätte annehme, so darf vermutet werden, daß das weichere Material mit den eingebetteten Belemniten bei größerer Anfangsgeschwindigkeit und flacherer Flugbahn zuerst an Ort und Stelle anlangte. die pressenden schweren Blöcke bei kleinerer Anfangsgeschwindigkeit und mehr oder weniger steiler Flugbahn hinterher. Übrigens könnte auch schon beim Aufprallen der weichen Massen selbst derartige Druckerscheinungen an den darin eingebetteten Belemniten entstanden sein. Da ich im Zweifel war, ob die Fossilien nicht etwa durch plötzlichen Schlag in viele zusammenhanglose Stücke zertrümmert werden, bettete ich mehrere dünne Belemniten aus dem schwarzen, braunen und weißen Jura Schwabens in eine erdfeuchte Masse aus vorwiegend Löß und etwas Lehm, das Ganze in einem kleinen Kistchen, dessen Boden und 3 Seitenwände zwischen großen Steinen eingespannt wurden. Die Längsachsen der Belemniten lagen zu den Ebenen der Wände des Kistchens in verschiedenen Winkeln. Die vierte Seitenwand des Kistchens ordnete ich beweglich an, aus Holz und Blech, zunächst schräg gestellt, so daß ein wuchtiger Hammerschlag auf diese Wand die Lößlehmmasse in deren nächstgelegenen Teilen schräg von oben zusammenpreßte. Dieser Teil des Lößlehms wurde dann mit einem Messer vorsichtig abgebaut und untersucht, darauf die

[1] G. THEOBALD, Geol. Beschreibung von Graubünden. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. 2. Lief. 1864, p. 23. — K. v. FRITSCH, Das Gotthardgebiet. Ebenda 15. Lief. 1873, p. 127 f. — A. HEIM, Geol. der Hochalpen zwischen Reuß und Rhein. Ebenda 25. Lief. 1891, p. 298—302. — E. KAYSER, a. a. O. p. 925. — E. HAUG, a. a. O. p. 229—232. — A. HEIM, Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. II. Allgemeine Untersuchungen. Basel 1878. p. 9 ff., 31 ff., 54 ff., Atlas Taf. XIV u. XV. — W. PAULCKE, Das Experiment in der Geologie. 1912. p. 42—45.

bewegliche Seitenwand an die vom ersten Schlag unbeeinflußte Masse angebaut, diese ihrerseits durch kräftigen Hammerschlag zusammengepreßt, abgebaut und untersucht, dann die Wand erneut eingebaut, bald schräg, bald senkrecht, so daß die folgenden Schläge teils schräg von oben, teils flach von der Seite her auftrafen und so fort, bis die ganze Masse verbraucht war. Dabei zeigte sich, daß die meisten Belemniten trotz ihrem zerbrechlichen Aussehen vollkommen intakt geblieben waren; einige wenige waren beschädigt, teils an der Spitze abgebrochen, teils mehr nach der Mitte zu durchbrochen bzw. in kleinere Stücke zerschlagen. Über die Lage dieser Stücke zueinander konnte ich nichts feststellen, im allgemeinen schien aber die Masse, ebenso wie die meisten Belemniten nur stellenweise durch die heftigen Schläge im Verband gestört zu sein, und die Fossilien waren nicht in viele zusammenhanglose Stücke zertrümmert worden. Es hätte weit stärkerer Schläge bedurft, um sie inmitten einer weichen Masse überhaupt aus dem Verband zu bringen. Vielleicht gelingt es andern mit vollkommeneren technischen Mitteln bei geeigneter Versuchsanordnung, die obengenannten Druckformen der Belemniten durch kräftigen Schlag zu erzeugen.

Jedenfalls leuchtet ein, daß auch die Kleinformen beim Ries in keiner Weise gegen die Sprengtheorie sprechen, abgesehen von der durch O. Fraas angedeuteten Möglichkeit, wonach die Zerdrückung der Belemniten mit der Riesentstehung selbst in keinerlei Zusammenhang stehe; ihr Vorkommen auch in weiter Entfernung vom Ries könnte für diese Möglichkeit sprechen.

Über das Alter von *Thamnastraea concinna* Gf.

Von **K. Keilhack.**

Seit dem Jahre 1902 ist das Auftreten der oberjurassischen Koralle *Thamnastraea concinna* Gf. als Geschiebe im norddeutschen Diluvium bekannt[1]. Bald ergab sich ihre weite Verbreitung; eine von Kegel[2] herrührende Fundortskarte zeigt, daß sie von Ost-

[1] P. Oppenheim, Über ein reiches Vorkommen oberjurassischer Riffkorallen im norddeutschen Diluvium. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. **54**. 1902. Br. M. p. 84. — J. Felix, Über einige norddeutsche Geschiebe, ihre Natur, Heimat und Transportart. Sitz.-Ber. naturf. Ges. Leipzig 1903. Abh. p. 5—16. — W. Deecke, Geologische Miscellen aus Pommern. Mitt. naturw. Ver. f. Neuvorp. u. Rügen. **35**. 1903. p. 1—25. — M. Schmidt, Über Oberen Jura in Pommern. Abh. d. Geol. Landesanst. N. F. Heft 41. Berlin 1905. — W. Deecke, Geologie von Pommern. p. 47. Berlin 1907.

[2] W Kegel, Über Oxfordgeschiebe aus Pommern. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. **37**. I. Heft 2. 1916. p. 197.

preußen bis Holstein und Magdeburg, aber beiderseits der Oder von Hohenfinow an abwärts am häufigsten vorkommt. Trotzdem ihre Verbreitung auf ein anstehendes Vorkommen an verschiedenen Örtlichkeiten hinweist, ist es bisher doch noch niemals gelungen, dieses nachzuweisen und die stratigraphische Stellung der durch verschiedene Erscheinungen (Bohrmuscheln, Einschlüsse von Kleinfauna) interessanten Koralle genau nachzuweisen. Oppenheim stellte sie in Oberes Oxford oder Unteres Kimmeridge und nahm an, daß sie in tonigen Schichten auftritt, weil man an den Geschieben nie eine Spur des umschließenden Gesteins findet. Deecke stellt sie in die Lücke, die im pommerschen Oberen Jura unterhalb des Oberen Oxford vorhanden ist, läßt aber die Möglichkeit offen, daß sie dem Kimmeridge angehören könne. Auch Felix nimmt Oberen Oxford und Kimmeridge als das Lager der Koralle in Anspruch. M. Schmidt hat in den Muschelsanden des Oberoxford von Klemmen nur ein zweifelhaft hierhergehöriges Stück gefunden und gibt in der Fossilientabelle Unteren Kimmeridge, Schicht 2 b, „fossilreichen Steinkernkalk und Mergel“ als Lagerstätte an. Diese Tabellenangabe steht im Widerspruch zu dem Texte p. 129, wo es als ganz unwahrscheinlich hingestellt wird, daß die Koralle jüngeren Schichten des Klemmener Lagers als Oberoxford entstammt.

Kegel endlich gibt an, daß die Koralle, die er in Bruchstücken in einem zur Zone des *Cardioceras cordatum* gehörenden braunen Sandsteingeschiebe von Klemmen gefunden hat, älter als dieses, also Unteroxford sein müsse, will aber damit nicht behaupten, daß *Thamnastraea concinna* nicht auch noch in jüngeren Schichten vorkommen könne.

Drei Jahre nach dem Erscheinen der oben angeführten Arbeit von M. Schmidt ist der Jura von Klemmen durch mehrere Bohrungen weiter untersucht worden, wobei das bisher bekannte Profil eine Ergänzung nach unten um 5—6 m erfahren hat. In einem dieser Bohrlöcher ist es nun gelungen, den Horizont der *Thamnastraea concinna* mit Sicherheit festzustellen. Sie bildete Rasen in einem dunklen Tonmergel, der unter den an der Basis des bisher bekannten Oberoxford liegenden fossilreichen dunklen Muschelsanden folgt.

Die in Frage stehenden Bohrungen lieferten folgendes Profil:

Bohrloch A.

0— 5	m	Geschiebemergel	Diluvium
5—12	„	Oolithischer Kalkstein	Kimmeridge
12—14	„	Grauer oolithischer Quarzsand	Oberoxford
14—20,5	„	Oolithischer Kalkstein	„
20,5—24	„	Dunkelgrauer, ziemlich toniger, fossilreicher Quarzsand	„
24—30	„	Dunkler Tonmergel	Unteroxford?

Bohrloch B.

0— 4 m	Proben fehlen	
4— 5.4 „	Heller oolithischer Kalkstein	Kimmeridge
5,4—10,8 „	Grauer oolithischer Kalkstein	„
10.8—12,0 „	Desgl., stark verkieselt	Oberoxford
12,0—12,5 „	Sandiger Ton	„
12,5—13,5 „	Diluvialsand, wohl Kluftausfüllung . .	„
13,5—14,0 „	Oolithischer Sand	„
14,0—16,0 „	Hellgrauer oolithischer Kalkstein . . .	„
16.0—18.5 „	Dunkler oolithischer Kalkstein	„
18,5—25,0 „	Dunkelgrauer fossilreicher Quarzsand .	„
25,0—30,0 „	Dunkelgrauer Ton, in der Mitte mit *Thamnastraea concinna*	Unteroxford?

Die einzelnen Knollen des Korallenrasens waren in der Probe nur grob zertrümmert und ließen in jeder Einzelheit, in Größe, Form, Farbe und in den zahlreichen Bohrmuschellöchern die vollkommenste Übereinstimmung mit den unmittelbar über dem Anstehenden im kiesigen Diluvialsande von Klemmen besonders häufigen Geschiebekorallen der gleichen Art erkennen.

Das von M. Schmidt gegebene Profil des Oberen Jura von Pommern schließt nach unten unter dem Muschelsande mit einer Kalkbank ab, die der Verfasser aber nicht selbst gesehen hat, sondern von der ihm nur berichtet ist, daß sie in einem Brunnen am neuen Ringofen angetroffen sei. Durch die beiden oben mitgeteilten Bohrprofile wird diese Angabe nicht bestätigt. Ihnen zufolge beginnt vielmehr unter dem Muschelsande unmittelbar eine Tonfolge, das Lager der *Thamnastraea concinna*, von unbekannter Mächtigkeit. Es muß dahingestellt bleiben, ob diese Tone noch zum Oberen Oxford gehören oder bereits dem Unteren zuzurechnen sind.

Über die Beziehungen dieser Thamnasträentone zu den von Kegel und vorher schon von Deecke, allerdings ohne Leitfossilien, beschriebenen Kalksandsteinen der Zone des *Cardioceras cordatum* mit ihren Thamnasträenbruchstücken läßt sich vorläufig nichts sagen. Wenn die in ihnen enthaltenen Korallen aus unserem Tonhorizonte herrühren, so müßte der Kalksandstein sich irgendwo zwischen die liegenden Tone der Klemmener Bohrungen und die Muschelsande des Oberoxford einschieben und erstere wären dann sicher Unteroxford. Sind die Kalksandsteine aber älter als die Thamnasträen führenden Tone, so muß unsere Koralle außer dem von mir nachgewiesenen noch in einem tieferen uns bisher unbekannten Horizonte vorkommen.

Miscellanea.

Am 27. Oktober 1920 wurde in Berlin eine **„Paläontologen-Vereinigung Berlin"** zur Pflege der Paläontologie gegründet. Es ist vorgesehen, regelmäßige Sitzungen am dritten Mittwoch jeden Monats mit Vorträgen und Aussprachen über wissenschaftliche Fragen zu veranstalten. Mit der Führung der Geschäfte ist der Sekretär der Vereinigung, Herr Prof. Dr. **Janensch**, Berlin N 4, Invalidenstr. 43, betraut worden.

Personalia.

Versetzt: Prof. Dr. **A. Johnsen** von Kiel nach Frankfurt a. M. mit dem Lehrauftrage für Mineralogie, Petrographie und Kristallographie.

Verliehen: Dem Privatdozenten an der Universität München, Dr. **Karl Boden**, der Titel und Rang eines außerordentlichen Professors für Geologie.

Gestorben: Am 6. September der durch seine Forschungen über kambrisch-silurische Ablagerungen und Faunen Skandinaviens hochverdiente Gymnasialprofessor a. D. **Sven Leonhard Törnquist** in Lund, im Alter von 80 Jahren.

Stuttgart, 15. Nov. 1920.

Hierdurch machen wir die schmerzliche Mitteilung, daß unser

Herr

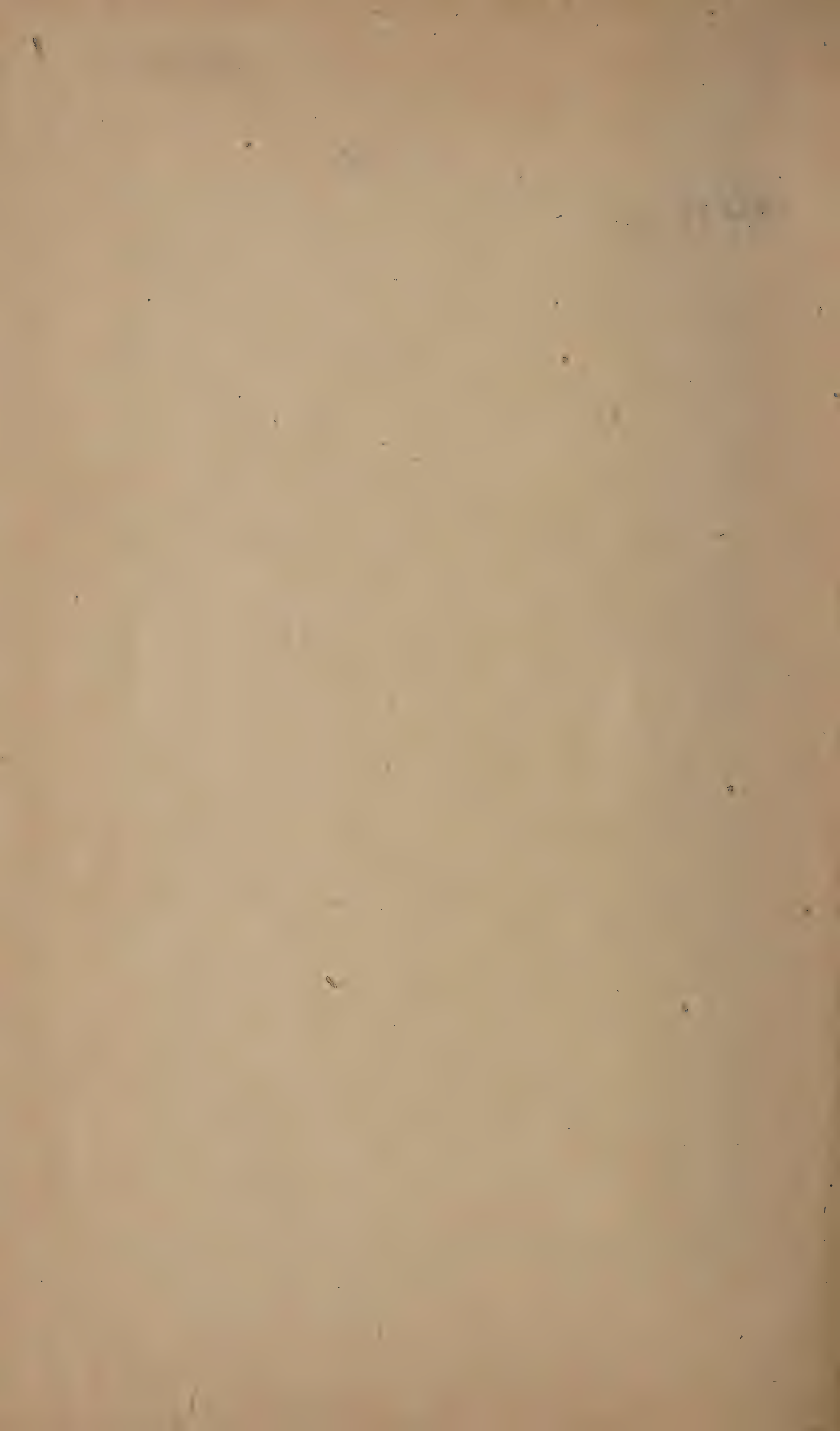
Erwin Nägele

Verlagsbuchhändler

heute nach langem Leiden aus seinem arbeitsreichen, erfolggesegneten Leben abberufen worden ist.

Sein unermüdliches Streben, der Wissenschaft in erster Linie seine Dienste zu weihen, soll hinfort auch unser Leitstern sein und bleiben.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).





Am 15. November d. J. verschied nach langer, schwerer Krankheit

Herr

Erwin Nägele

Verlagsbuchhändler

in Stuttgart

im Alter von 54 Jahren.

Sein lebhaftes Interesse für die im Neuen Jahrbuche und im Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie gepflegten Wissensgebiete ließ ihn in den 23 Jahren, die er der E. Schweizerbartschen Verlagsbuchhandlung in Stuttgart vorstand, unseren Anregungen und Wünschen in bezug auf den Ausbau dieser Zeitschriften immer ebensoviel Verständnis wie Opferbereitschaft entgegenbringen. Wir danken es ihm besonders, daß er in den Jahren der wirtschaftlichen Not nicht verzweifelte, sondern die Herausgabe dieser Zeitschriften unter großen Opfern ermöglichte.

Wir werden Herrn Erwin Nägele ein freundschaftliches Gedenken bewahren.

Die Herausgeber
des Neuen Jahrbuches und des Centralblattes
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

R. Brauns, in Bonn, **Th. Liebisch**, in Berlin, **E. Hennig**, in Tübingen, **J. F. Pompeckj**, in Berlin



1. u. 15. Dezember 1920 No. 23 u. 24

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch**, in Berlin **E. Hennig**, in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin



STUTTGART 1920
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

E. Tiede und A. Schleede: Phosphorescenz und Schmelzen der Sulfide der II. Gruppe, insbesondere des Zinksulfids. (21. 10. 1920.)

G. Kalb: Kristalltracht und Aufwachsung des Eises. (2. 11. 1920.)

E. Ramann: Kohlensäure und Hydrolyse bei der Verwitterung. (4. 11. 1920.)

W. Bergt: Natur und Entstehung der Gneise der ecuatorianischen Ostkordillere. (9. 11. 1920.)

Redaktionswechsel.

An Stelle von Herrn Geheimrat Pompeckj hat Herr Prof. Dr. Hennig in Tübingen die Redaktion der Abteilung: **Regionale und Historische Geologie** übernommen. Wir bitten daher alle diesem Gebiet angehörenden Sendungen von Manuskripten und Drucksachen hinfort zu richten an:

Prof. Dr. E. Hennig, Tübingen,
Geol.-paläontologisches Institut der Universität.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuchs und des Centralblattes f. Mineralogie.

Trotzdem gerade der Boden für das Leben der Menschen von gewaltigster Bedeutung ist, hat man die Erforschung des Bodens selbst lange auffällig vernachlässigt, teils wegen der Schwierigkeiten der zu behandelnden Materie, teils aus Mangel an manchen wissenschaftlichen Erkenntnissen, wodurch bisher eine befriedigende Darstellung der Böden und ihrer Entwicklung verhindert wurde. Diese Widerstände können heute als im wesentlichen überwunden gelten. — Das nebenstehende Inhalts-Verzeichnis gibt auszugsweise die Anlage und den Inhalt des Buches wieder.

Nicht nur dem **Geologen** und **Bodenforscher,** auch dem **Landwirt** und **Forstmann,** sowie jedem **Botaniker** und nicht zuletzt dem **Geographen** möge dieses Buch ein Wegweiser auf dem Gebiet der Verwitterungslehre und Bodenkunde sein, in jeder **Universitäts-, Instituts-** und **Fachbibliothek** sollte es vertreten sein.

Stuttgart,
September 1920.

E. Schweizerbartsche
Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalts-Verzeichnis:

An unsere Abonnenten

Die enormen Steigerungen der Preise in dem gesamten Druckgewerbe, besonders in den letzten Monaten, zwingen uns leider, für das Jahr 1921 den Inlandpreis für das

a) **Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie mit Mark 92.— für den Band**
b) **Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie (für Abnehmer des Jahrbuches für Min. etc.) mit Mark 80.— für den halben Jahrgang mit 12 Nummern**
c) **Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie (gesondert bezogen) mit Mark 100.—für den halben Jahrgang mit 12 Nummern**

anzusetzen. Diese Preiserhöhung ist gegenüber den gewaltigen Steigerungen im Druckgewerbe, besonders für Papier, um 1000 – 2500%, eine verhältnismäßig geringe zu nennen, — nur notgedrungen müssen wir eine solche nunmehr wenigstens teilweise eintreten lassen, nachdem wir seit dem Kriege die nach und nach enorm angewachsenen Mehrkosten allein auf uns genommen haben.

Das Jahrbuch für Mineralogie wird von 1921 ab wieder in 2 Bänden zu je 3 Heften, das Centralblatt für Mineralogie wieder am 1. und 15. eines Monats im Umfange von je 2 Bogen erscheinen. Es wird dadurch gewährleistet, daß die Fachwissenschaft über die neuesten Erscheinungen und über die jüngsten Forschungsergebnisse in ihren Gebieten wieder rechtzeitig auf dem Laufenden gehalten wird.

Herbst 1920

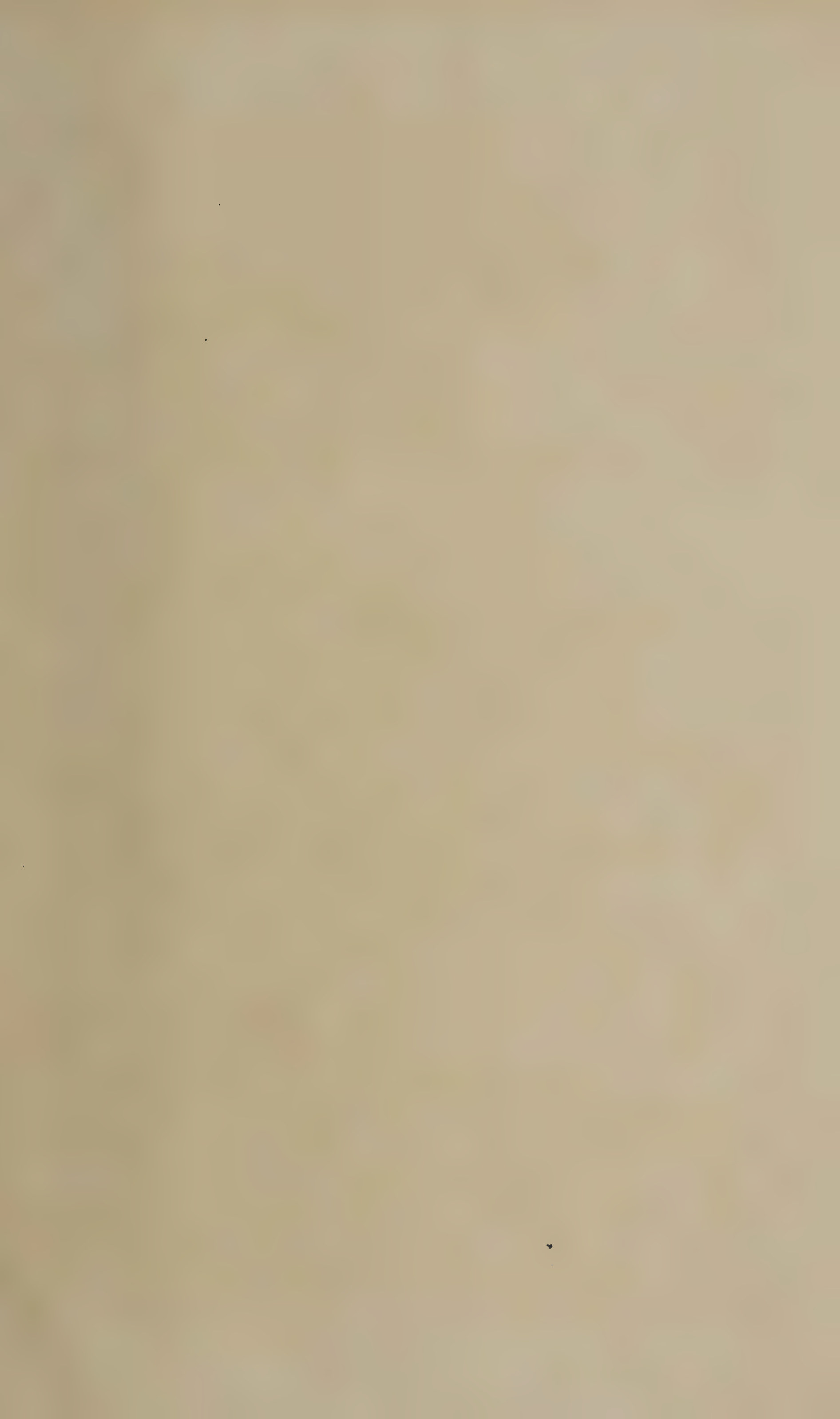
Redaktion und Verlag

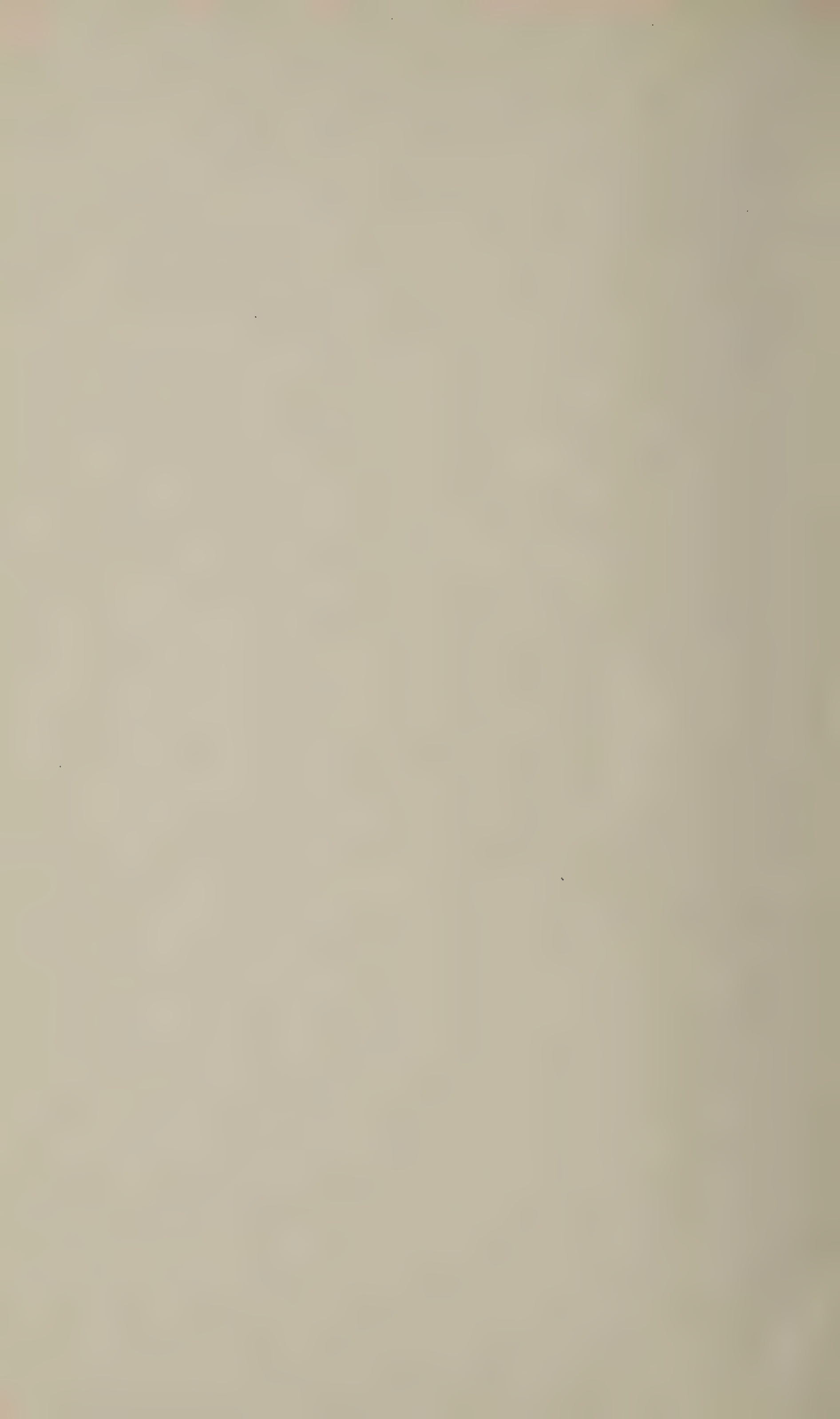
des Jahrbuches und Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

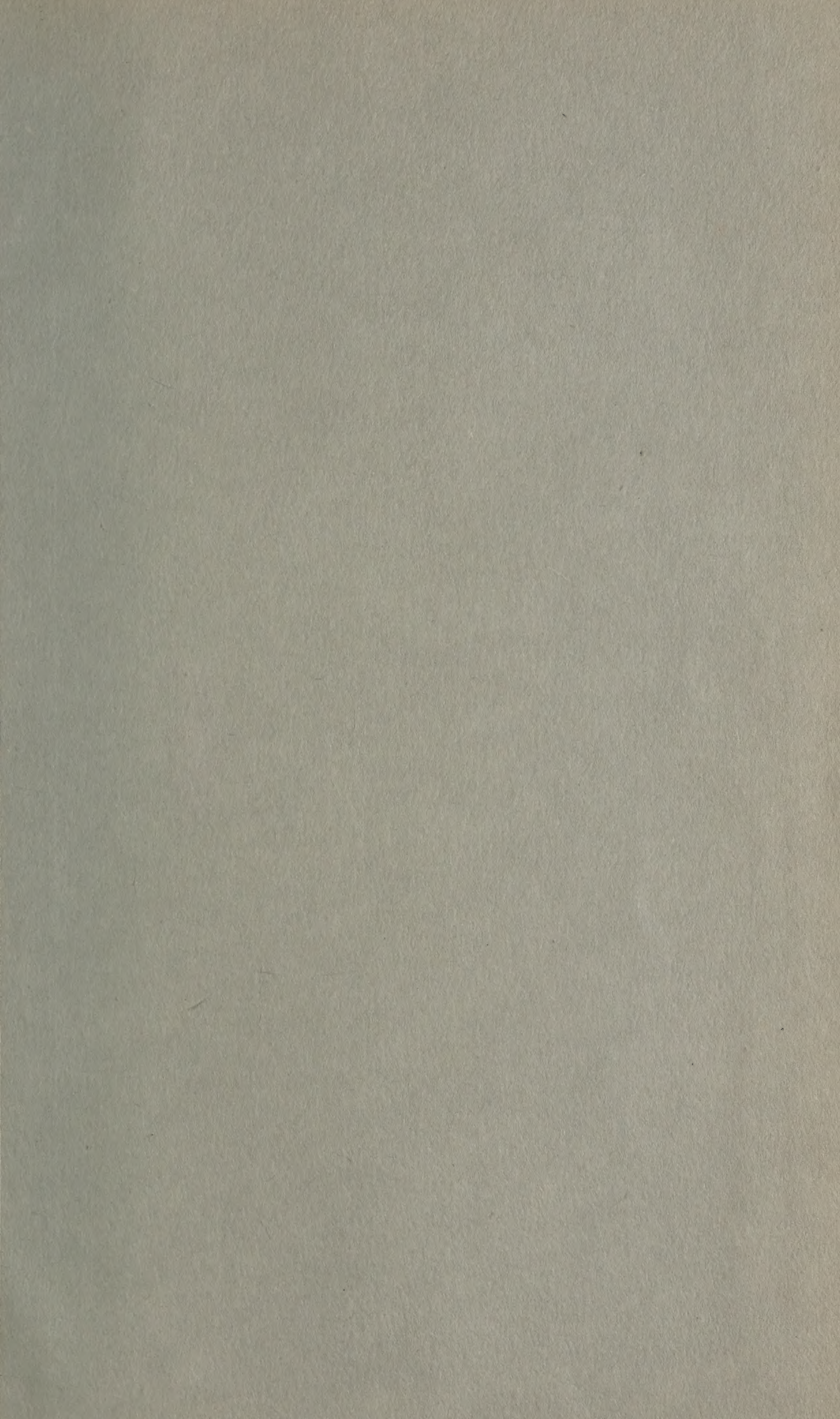


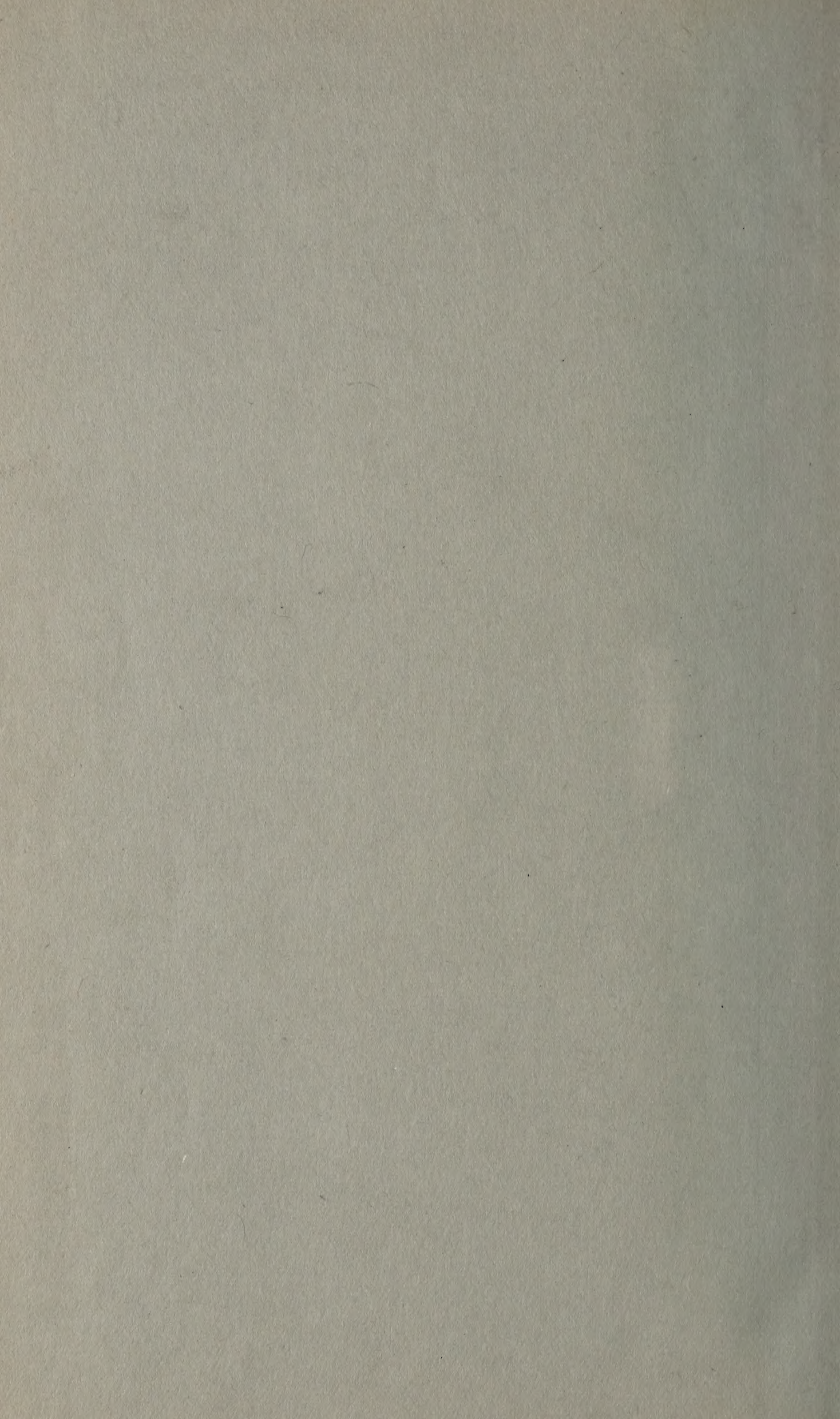
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

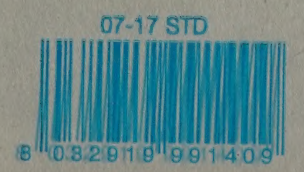
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.










07-17 STD
8 032919 991409


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 119587563